

TREBALL DE FI DE GRAU  
GRAU D'ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS

# Desenvolupament d'eines per al càlcul de la facturació teòrica d'electricitat en un entorn de compra col·laborativa al sector públic

---

Memòria

Autor: Javier Izquierdo Cuerva

Tutor: César Alberto Valderrama Angel

Convocatòria: Curs 2015-2016. Segon quadrimestre



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona





*Hi ha una força motriu més poderosa que el vapor, l'electricitat  
i l'energia atòmica. Aquesta força és la voluntat*  
Albert Einstein



## Índex

1	Introducció .....	9
2	Objectius .....	10
3	Mercat elèctric .....	11
3.1	Història del mercat elèctric .....	11
3.2	El mercat de producció de l'electricitat .....	12
3.2.1	El mercat diari .....	13
3.2.2	El mercat intradiari .....	13
3.2.3	El mercat de serveis complementaris .....	13
3.3	Organismes de gestió del mercat de l'electricitat .....	13
3.3.1	L'operador del mercat (OM) .....	14
3.3.2	L'operador del sistema (OS) .....	14
3.4	Agents del mercat elèctric .....	14
3.5	Comercialitzadores i distribuïdors .....	16
3.6	Consumidors d'electricitat .....	17
3.6.1	Alta tensió .....	18
3.6.2	Baixa tensió .....	18
3.7	Preu de l'electricitat .....	19
3.7.1	Energia pròpiament com a matèria primera .....	19
3.7.2	Serveis complementaris .....	19
3.7.3	Pagaments per Capacitat .....	20
3.7.4	Pèrdues implícites .....	20
3.7.5	Cost dels Desviaments .....	20
3.7.6	Primes de risc .....	20
3.7.7	Marge comercial .....	20
3.7.8	Tarifes d'Accés de Tercers a la Xarxa .....	21
3.7.9	Taxa municipal .....	21
3.7.10	Impost elèctric .....	21
3.7.11	Lloguer de comptador .....	21
3.7.12	IVA .....	21
4	Compra col·laborativa d'electricitat .....	22
4.1	Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya .....	22
4.1.1	Entitats consorciades .....	22
4.2	Beneficis de la compra col·laborativa .....	23

4.3	Millora del procés: Eina de càlcul de factures.....	24
4.4	Com s'afronta el problema actualment? .....	24
4.4.1	Quines solucions existeixen?.....	24
4.5	Valor afegit de l'eina .....	25
5	Desenvolupament de l'eina .....	26
5.1	Metodologia del desenvolupament .....	26
5.2	Bases de dades: Big Data.....	26
5.3	Contextualització de l'eina a la facturació elèctrica.....	28
5.3.1	Tarifes.....	28
5.3.2	Períodes.....	29
5.3.3	CUPS .....	31
5.4	Obtenció de dades .....	32
5.4.1	Dades de mercat .....	32
5.4.2	Dades regulades .....	33
5.4.3	Corba horària de consum .....	33
5.5	Fórmules dels preus .....	34
5.6	Usuaris de l'eina .....	36
6	Eina per al càlcul teòric de la facturació d'electricitat .....	37
6.1	Estructura de l'eina .....	37
6.2	Arxiu BASE .....	39
6.3	Arxiu Generador Dades Mercat .....	41
6.4	Plantilles del càlcul de factures .....	43
6.4.1	Plantilles del lot 1 i del lot 2 .....	43
6.4.2	Plantilla Lot 3.....	48
6.5	Generador Plantilles.....	49
7	Ús de l'eina .....	51
7.1	Instruccions d'ús.....	51
7.2	Actuació davant la detecció de factures errònies.....	52
7.3	Actuació davant de modificacions .....	53
7.3.1	Modificacions de Dades Regulades.....	53
7.3.2	Modificacions de la comercialitzadora.....	53
7.3.3	Modificacions de dades base .....	54
7.4	Arxius actualitzadors .....	54
7.5	Distribució de l'eina als usuaris.....	55
8	Resultats.....	57

8.1	Validació de l'eina: anàlisi d'un cas real .....	57
8.2	Beneficis .....	59
8.3	Impacte mediambiental .....	59
8.4	Pressupost del projecte.....	60
9	Conclusions .....	61
10	Bibliografia i referències.....	62





## 1 Introducció

En l'entorn d'una empresa on una de les activitats que es fan és la compra col·laborativa d'energia i utilitats per a diverses entitats com universitats i centres de recerca, és molt important, per poder fer bé la feina, comptar amb eines que permetin treballar de forma acurada, precisa i detallada i que, alhora, atorguin a les persones que les utilitzen uns coneixements més profunds sobre el funcionament del mercat de l'energia, tan volàtil i complex, que requereix un seguiment continu per poder tenir una bona capacitat d'anticipació i resposta.

Amb aquest Treball de Fi de Grau s'han elaborat un conjunt d'eines que permeten el càlcul de la facturació teòrica d'electricitat, amb l'objectiu directe de tenir un control exhaustiu de les factures d'electricitat que s'emeten, i que és molt freqüent que continguin errors. L'objectiu a llarg termini per part de l'empresa a través d'aquest control és aconseguir reduir el preu al qual es compra l'electricitat per totes les entitats que agrupen -tant públiques com privades, la majoria de Catalunya i alguna de Madrid- i amb aquesta eina ho poden fer perquè els hi dona més domini sobre el mercat i fa que estiguin en una posició de més fortalesa davant les empreses comercialitzadores.

El projecte combina dos camps molt extensos com són l'energia (realment, la seva part econòmica) i la programació. A partir d'un programa informàtic fet des de zero, permet tenir control sobre les factures -que poden arribar a ser de milers d'euros- i evitar haver de pagar més per *errors* de les empreses que les gestionen. Del sector elèctric, es tracten tant tarifes d'alta com de baixa tensió, per la qual cosa l'estudi del context elèctric ha de ser complet.

La motivació personal per realitzar aquest treball, més enllà dels interessos purament econòmics de reduir despeses, és que es tracta d'un cas basat en una situació real i acabarà desembocant en resultats dels que es beneficiaran les universitats, *ergo* els seus estudiants i treballadors. A més, el fet de poder ampliar els coneixements sobre el convuls mercat elèctric, tenint en compte que la vessant que més m'interessa per al meu futur professional és el món de les energies, ha estat un *plus* de motivació per afrontar el projecte.

Per dur a terme el projecte, s'ha realitzat una estada de 5 mesos a l'empresa, dels quals els primers s'han dedicat a una formació generalista en l'àmbit de la compra col·laborativa d'energia i als següents s'ha estat realitzant l'eina, estant en contacte en tot moment amb les persones del departament de Compres Conjunes, que al cap i a la fi seran qui l'utilitzaran.

## 2 Objectius

L'objectiu global d'aquest projecte és elaborar una eina fiable que permeti el càlcul de factures teòriques d'electricitat per poder primer, predir els pagaments, i segon i més important, comparar-les amb les factures reals i reclamar-les en cas d'error (casuística molt més comú del que es pot creure).

Els objectius específics del projecte són els següents:

- 1) Aprofundir els coneixements relatius al mercat elèctric i, a través de l'eina desenvolupada, arribar a entendre millor la complexa composició del preu de l'electricitat (tant variable com fix) i el significat de cadascun dels seus components
- 2) Posar en pràctica els coneixements adquirits a la ETSEIB sobre els llenguatges de programació, i fer-ho per mitjà de l'aprenentatge d'un nou llenguatge (*Visual Basic Application*) per poder acabar tenint l'eina en *excel*, un programa molt proper a l'usuari i molt comú al món laboral
- 3) Dotar l'eina d'una gran capacitat d'adaptació a canvis en el mercat elèctric (nou impost, nou component del preu...), en les tarifes, o en les empreses comercialitzadores. Tot tenint en compte el gran nombre de modificacions que hi ha en aquest sector i la rapidesa amb la que es duen a terme
- 4) Dotar a través de l'eina a les persones que l'utilitzin, amb una major capacitat d'anàlisi del mercat elèctric, amb la corresponent millora en la presa de decisions (anticipació, resposta)
- 5) Ampliar l'experiència pràctica de l'estudiant havent d'afrontar una problemàtica real i d'elevada complexitat

I els objectius que caldrà anar seguint cronològicament per arribar a complir tots els punts citats anteriorment són:

- 1) Analitzar el mètode actual de revisió de factures de l'empresa
- 2) Proposar metodologies i accions varies de resolució del problema que s'adaptin a les necessitats reals de l'empresa i, sobretot, a la futura utilització de les eines
- 3) Elaborar un pressupost del projecte i analitzar el seu impacte econòmic

## 3 Mercat elèctric

### 3.1 Història del mercat elèctric

Les primeres mencions a l'electricitat les trobem en texts de l'antic Egipte, que daten de l'any 2750 aC., en els que es descriuen les sensacions provocades per les descàrregues elèctriques produïdes per alguns peixos i ratlles del Nil.

Va ser l'any 1646 la primera vegada que va aparèixer la paraula “electricitat” en una publicació de l'obra Pseudodoxia Epidèmica de l'escriptor Thomas Browne.

Tot i així, no va ser fins l'any 1865 que Maxwell va formular les equacions que descrivien els fenòmens electromagnètics, els quals van permetre l'enteniment del concepte d'electricitat i la seva relació amb els fenòmens magnètics.

La generació massiva d'electricitat s'inicià a finals del segle XIX, moment en el qual es va estendre la il·luminació elèctrica dels carrers i les cases. L'electricitat es va convertir en un dels motors fonamentals de la Segona Revolució Industrial gràcies als seus grans avantatges i les seves creixents aplicacions. Va ser en aquest moment en el qual grans inventors i científics convertiren la innovació tecnològica en una activitat industrial activa.

Els primers passos de la indústria elèctrica a Espanya van tenir lloc l'any 1875 a Barcelona, on es construí la primera central elèctrica, la qual distribuïa electricitat a tallers i establiments de la ciutat. Anys més tard, el 1881, es va constituir la Societat Espanyola d'Electricitat, i va entrar en funcionament la primera central elèctrica de Madrid.

No va ser fins a principis del segle XX que l'energia elèctrica es va poder transportar a llarga distància: l'any 1909 Espanya disposava de la línia de major tensió i longitud d'Europa, la qual recorria 260 km.

Durant l'inici del segle XX existien ja nombroses empreses elèctriques al país – segons l'estadística oficial publicada, existien 859 centrals elèctriques amb una potència de 127.940 cavalls de vapor, dels quals el 39% tenien com a força motriu l'energia hidràulica –.

Els avenços tecnològics van permetre el desenvolupament de les primeres grans centrals hidroelèctriques espanyoles durant la primera meitat del segle XX. Donat que la seva construcció exigia grans esforços econòmics i financers, es van començar a crear diverses companyies elèctriques de majors dimensions i recursos. Durant la Guerra Civil es va reduir en gran mesura l'avenç en la producció d'electricitat a Espanya, reducció que va perdurar els anys següents a la Guerra degut a la precària situació econòmica en la què es trobava el país. Així, front a la dificultat de construir noves centrals elèctriques, es va impulsar la necessitat d'obtenir, de les instal·lacions ja existents, un rendiment i una eficiència majors.

És per aquest motiu que les principals empreses elèctriques del país es van agrupar per crear una nova societat l'any 1944: Unidad Eléctrica, S.A. (UNESA), la qual va promoure el desenvolupament de la xarxa elèctrica espanyola, que va interconnectar totes les zones i centres de producció d'electricitat per poder optimitzar l'explotació del sistema elèctric del país.

Un cop l'economia es va anar recuperant, es va fer possible la construcció de noves centrals hidroelèctriques i termoelèctriques de gran potència (pròxima als 1000 MW), que utilitzaven carbó i fueloil com a combustible; i es van posar en servei les primeres centrals nuclears. El desenvolupament de la xarxa de transport va completar la interconnexió dels sistemes de les diferents empreses i es van construir les primeres línies de transport a 380 kV. L'any 1973 la potència instal·lada superava els 23.000 MW i la xarxa de transport en tensions superiors a 110 kV tenia ja una longitud de més de 40.000 km.

L'any 1975 es va aprovar el primer Pla Energètic a nivell nacional, l'any 1985 es va crear la Red Eléctrica d'Espanya (REE), que va suposar la nacionalització de la xarxa de transport i va dur a terme la gestió del servei públic d'explotació unificada del sistema elèctric nacional.

L'any 1997 es crea la Comissió del Sistema Elèctric Nacional, un organisme independent regulador de l'activitat elèctrica. Les directrius comunitàries s'orientaven a la separació de les activitats en competència (generació i comercialització) de les activitats regulades (transport i distribució). Es perseguia una millora dels serveis energètics tant respecte als preus com a la qualitat del servei, al mateix temps que es garantia la llibertat des del punt de vista de l'oferta i la demanda per a operar en el sector.

Com a conseqüència de la creació d'aquesta Comissió, les empreses distribuïdores han anat cedint el seu paper com a subministradores d'electricitat a les empreses comercialitzadores, tot enfocant-se únicament en la seva activitat de distribució. Aquest procés d'alliberament del sector elèctric espanyol va culminar l'any 2009 encara que ja des del 2003 els clients espanyols gaudien de llibertat per triar la companyia elèctrica amb la que contractar els serveis així com les condicions amb què volien fer-ho.

### 3.2 El mercat de producció de l'electricitat

En el sistema elèctric espanyol anterior a l'actual, el funcionament diari de les centrals de producció el determinava Red Eléctrica Española (REE), d'acord amb els criteris de política energètica establerts pel Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme. Cap central podia enviar l'electricitat a la xarxa si no estava inclosa en la programació de la REE. Amb el nou sistema elèctric, i des de l'1 de gener de 1998, el funcionament de les instal·lacions de generació d'electricitat queda determinat a través de diferents mecanismes. En aquest mercat, com es descriu a continuació, les empreses productores comuniquen cada dia de forma lliure les condicions de quantitats i preu a les que estan disposades a vendre l'electricitat de les seves instal·lacions.

El mercat de producció està format pel mercat diari, el mercat intradiari i el mercat de serveis complementaris.

### 3.2.1 El mercat diari

Agrupa totes aquelles transaccions de compra-venta d'energia corresponents a la producció i subministrament del dia següent. La mecànica del mercat diari consisteix en:

- La presentació d'ofertes de venda i compra d'energia (per part de les distribuïdores, les comercialitzadores i els consumidors qualificats).
- Un cop rebudes les ofertes, que es realitzen per cada una de les 24 hores del dia següent, es realitza la cassació, partint de l'oferta de venda més barata fins igualar-la a la demanda.

Aquest sistema és un important incentiu per reduir el preu de l'electricitat, perquè els generadors intentaran oferir la seva energia al preu més baix que puguin per assegurar-se que les seves centrals siguin seleccionades per funcionar.

### 3.2.2 El mercat intradiari

Pot passar que, un cop establert el Programa Diari, es tingui la necessitat d'efectuar alguns ajusts en les seves ofertes o demandes.

Aleshores, es posa en marxa el mercat intradiari, que funciona bàsicament amb els mateixos criteris que el mercat diari.

Aquests mercats estan organitzats en sis sessions i poden participar en elles tots els agents que hi estiguin autoritzats per operar al mercat diari. Un cop definides les cassacions d'ofertes i demandes del mercat intradiari, aquestes s'agreguen al Programa Diari Viable, determinant així el Programa Horari Final.

### 3.2.3 El mercat de serveis complementaris

Aquest mercat està constituït pels processos que permeten resoldre els desequilibris que puguin sorgir entre generació i demanda.

Agrupa un conjunt de mecanismes de caràcter competitiu que complementen al Mercat de Producció d'Electricitat. A més, existeixen altres serveis complementaria que els agents de mercat posen a disposició de l'operació del sistema com a condició per poder participar en ell.

## 3.3 Organismes de gestió del mercat de l'electricitat

L'Operador del Mercat (OM) i l'Operador del Sistema (OS) són els organismes encarregats de la gestió econòmica i tècnica del sistema elèctric. La Compañía Operadora del Mercado Español de Electricidad (OMEL) és la responsable de la gestió econòmica de la generació i Red Eléctrica Española (REE) és l'encarregada de la gestió tècnica del sistema.

### 3.3.1 L'operador del mercat (OM)

L'operador del mercat gestiona les cassacions de les ofertes i les demandes al mercat de producció de l'electricitat.

En primer lloc, rep les ofertes de venda d'energia que fan els generadors d'electricitat i també rep les demandes d'energia que fan els agents autoritzats per realitzar-les. Un cop rebuda aquesta informació, l'OMEL selecciona per cada hora del dia següent l'entrada en funcionament de les unitats de generació, començant per les que han comunicat les ofertes d'energia més barates, fins a cobrir la totalitat de la demanda.

L'operador de mercat és l'organisme que determina els preus finals. Han de posar a disposició dels agents del sistema tota la informació relativa a les ofertes i les demandes a cada sessió horària, i publicar als mitjans de difusió nacional tota la informació de caràcter públic sobre el mercat de producció i proposar mesures regulatòries per millorar el seu funcionament.

### 3.3.2 L'operador del sistema (OS)

Red Eléctrica Española (REE) és responsable de la xarxa de transport d'alta tensió i l'operador del sistema. Per la qual cosa, és l'organisme encarregat de garantir una correcta coordinació del sistema de producció i transport de l'electricitat, amb la finalitat d'assegurar la qualitat i la seguretat en el subministrament elèctric.

Dintre de les funcions de l'operador del sistema existeix la de gestionar els programes d'intercanvis internacionals d'electricitat amb altres països, que són necessària per mantenir o incrementar la seguretat i al qualitat en el subministrament. També ha de:

- Informar de la capacitat de transport i de interconnexió del sistema elèctric, així com les necessitats d'interconnexió amb altres xarxes elèctriques
- Analitzar totes les noves sol·licituds de connexió a la xarxa i limitar l'accés a ella quan no es disposi de capacitat suficient o existeixin riscos per a la seguretat del subministrament.
- Establir, en coordinació amb els agents del sistema, plans de maniobra per garantir la reposició del servei en cas d'interrupcions.

## 3.4 Agents del mercat elèctric

Qui és qui al sector elèctric? Són cinc els agents que intervenen al mercat elèctric: els generadors, el transportista, la distribuïdora, la comercialitzadora i els consumidors qualificats. La relació entre ells es pot apreciar a la Figura 1.

- Generadors: Encarregats de produir l'energia elèctrica a les seves plantes de producció i d'injectar-la a la xarxa de transport d'energia elèctrica. Aquestes plantes de producció poden ser de diversos tipus: centrals de gas (cicles combinats), centrals tèrmiques

convencionals, centrals nuclears, centrals hidràuliques o plantes de producció d'electricitat que utilitzen energies alternatives (parcs eòlics, centrals fotovoltaïques, centrals de biomassa, cogeneració, etc.). Com a Generadors, també existeixen uns Productors en Règim Especial, que són empreses que reben un tracte econòmic diferenciat al millorar l'eficiència energètica i reduir l'impacte mediambiental.

- Transportista: Encarregats de transportar l'energia en Alta Tensió (més de 220 kV, no aptes per al consum) i de gestionar, mantenir i reparar les infraestructures que utilitzen. Tot i el procés de liberalització del sector, l'empresa encarregada de gestionar les infraestructures de transport d'energia elèctrica és única: Red Eléctrica de España (REE).

De les distribuïdores i les comercialitzadores se'n parla al següent punt.

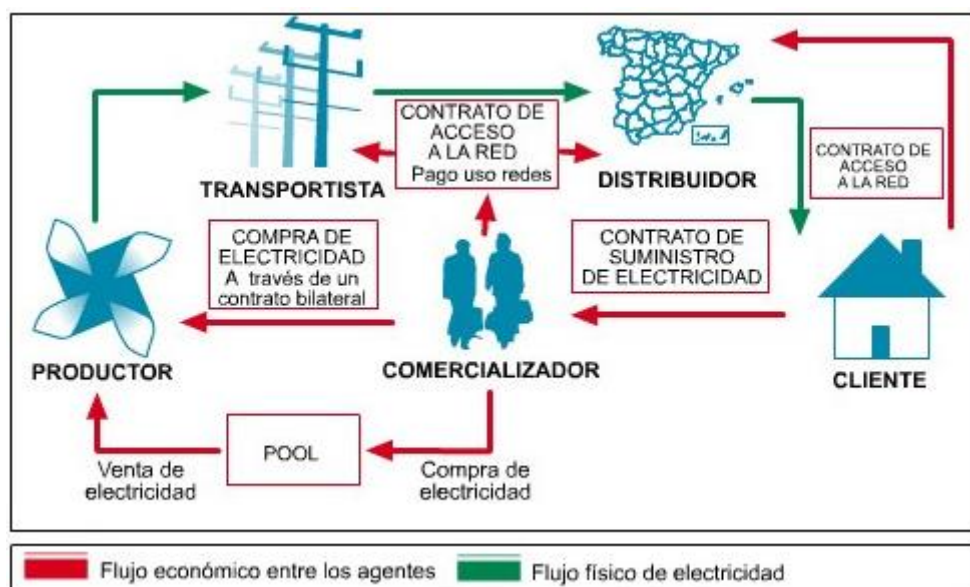


Figura 1. Relació entre els agents del mercat elèctric

A part d'aquests cinc agents, al sector elèctric també hi actuen altres entitats amb capacitat normativa i/o reguladora. Són els següents:

- L'Administració: A través del Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme (*MINETUR*), s'encarrega de legislar i regular administrativament el mercat elèctric i totes les entitats participants. Entre altres atribucions, s'encarrega d'establir anualment les tarifes integrals, les tarifes d'accés a tercers a la xarxa (ATR), així com els incentius al règim especial o els tipus d'impostos especials a aplicar.
- Comissió Nacional de l'Energia: Es l'organisme regulador independent que s'encarrega de vetllar per la competència efectiva als mercats energètics, i per la seva objectivitat i transparència en benefici de tots els subjectes que operen el sistema, inclosos els consumidors.

- Oficina del Canvi de Subministrador: Aquesta oficina és responsable de supervisar que els processos de canvi de subministrador d'electricitat als que té dret qualsevol consumidor, es realitzin de forma transparent, objectiva i independent.

### 3.5 Comercialitzadores i distribuïdores

És comú denominar als dos tipus d'empresa responsables de que l'electricitat arribi al seu destí (empresa, casa... o universitat, en el cas d'aquest projecte) amb un mateix nom, poc concret, com pot ser "companyia de la llum" o "elèctriques". Es tracta però, d'un error que no per estar estès, deixa de ser important.

Al sector elèctric existeixen dos tipus d'empreses amb activitats diferenciades: les comercialitzadores i les distribuïdores. I si la confusió entre elles és tan comú és perquè a Espanya totes les grans empreses del sector tenen una divisió de comercialitzadora i una altra de distribuïdora, amb noms idèntics per al consumidor comú.

Les distribuïdores són les companyies que posseeixen les infraestructures per les quals arriba la llum en baixa tensió a una zona determinada. Són propietàries i responsables de la xarxa elèctrica i també posseeixen els comptadors (els quals lloguen als usuaris).

Les responsabilitats de les distribuïdores són:

- Mantenir les xarxes de mitja i baixa tensió
- Garantir la qualitat del subministrament elèctric
- Solucionar averies a la xarxa
- Manteniment dels equips de mesura que estiguin en règim de lloguer
- Realitzar la lectura dels comptadors i facilitar-la a les comercialitzadores de cada usuari elèctric
- Fer efectives les altes i les baixes de subministraments, canvis de titular i canvis de potència o tarifa a petició del client (qui ho sol·licita a la comercialitzadora, essent aquesta qui ho sol·licita a la distribuïdora)

La companyia distribuïdora no és pot escollir: és la que correspon a cada zona. La gran majoria de la xarxa elèctrica a Espanya està coberta per les divisions de distribució de les 5 grans (*Endesa Distribución, Iberdrola Distribución, Gas Natural Distribución, EON Distribución i EDP Distribución*), tot i que també existeixen distribuïdores independents.

Per altra banda hi ha les comercialitzadores. Aquestes companyies són les que sí poden ser escollides per l'usuari. Són les que donen el servei, fent arribar l'electricitat al seu destí - mitjançant la xarxa que és propietat de la distribuïdora de la zona corresponent-, i són les que et facturen aquest servei.



La comercialitzadora s'encarrega de:

- Comprar l'electricitat al mercat majorista
- Proporcionar el subministrament elèctric als clients finals mitjançant la xarxa de la distribuïdora de la zona
- Facturar el servei mitjançant les lectures que li envia la distribuïdora de cada client
- En el cas del Mercat Lliure, fixa les tarifes elèctriques

Hi ha dos tipus de comercialitzadores, les de Referència i les de Mercat Lliure. Les més conegudes són les de Referència (anys enrere es coneixien com a Últim Recurs, per ser les úniques que oferien la ja desapareguda -com a tarifa per a contractar- Tarifa d'Últim Recurs, TUR) pertanyen a l'anomenat Mercat Regulat, els preus del qual regula el govern i actualment ofereixen el PVPC (Precio Voluntario al Pequeño Consumidor), un preu variable que depèn de la oferta i la demanda. Són les comercialitzadores de les 5 grans -ja mencionades.

Les comercialitzadores de Mercat Lliure (n'hi ha que pertanyen a les 5 grans i també n'hi ha que són totalment independents) fixen els seus propis preus, això sí, tenint en compte el preu del mercat i aplicant determinats costos regulats que determina el govern. Són les que ofereixen preus fixos, tarifes planes

En el cas d'aquest projecte, hi ha més proximitat amb les comercialitzadores que amb les distribuïdores, perquè són les que facturen el servei i per tant les que emeten les factures, que són l'objecte d'estudi. I concretament, amb les comercialitzadores de Mercat Lliure, doncs són amb les que es negocien els grans contractes i al preu li poden donar el valor que considerin oportú (en funció del mercat, el *brent*...)

### 3.6 Consumidors d'electricitat

Un cop definits els principals agents que intervenen al sistema elèctric, cal distingir entre els tipus de consumidors que existeixen, per comprendre a quines tarifes elèctriques poden accedir, i en funció d'això analitzar com interactuen els diferents agents en cada escenari.

El tipus de consumidor està estretament relacionat amb la tensió a la que estan connectats: poden estar connectats a alta (> 1000 V) o baixa tensió (< 1000 V), la qual cosa està directament relacionada amb el volum de consum elèctric dels punts de subministrament. Després, dintre d'aquestes dues modalitats, es poden contractar diverses tarifes que depenen de la potència (Watts) que cadascú necessita contractar. Aquestes tarifes d'accés a l'electricitat consisteixen en una classificació dels subministraments elèctrics per llars, negocis i indústries, atenent als seus nivells de tensió, potència contractada i característiques dels consum horaris. Totes aquestes tarifes es componen d'un terme de potència contractada i d'un terme d'energia activa o consum.

En el cas d'aquest projecte es dóna servei tant a casos d'alta com de baixa tensió i les eines que s'elaboren serveixen per ambdós casos, però essent molt més complexes les d'alta tensió, com es veurà als següents punts del projecte.

### 3.6.1 Alta tensió

L'alta tensió s'utilitza per al transport d'electricitat entre llargues distàncies, des de les centrals de generació fins als nuclis urbans i també per a la distribució un cop s'apropa als punts de consum.

Sota el terme d'alta tensió s'engloba qualsevol nivell de voltatge superior a 1000 V. A les xarxes de distribució usualment s'utilitzen valors d'uns 20-30 kV i a les xarxes de transport sobre els 130-220 kV.

Poden haver-hi dues casuístiques que facin que s'estigui connectat a una xarxa d'alta tensió: o bé que la demanda d'electricitat sigui molt gran, o bé que per un determinat emplaçament l'única xarxa disponible sigui d'alta tensió. Segurament en ambdós casos s'ha de comptar després amb una conjunt de transformadors propis per reduir el voltatge a determinats usos.

Si s'està connectat a alta tensió ( $> 1$  kV), tan sols es podrà contractar el subministrament elèctric a través de la modalitat de mercat lliure, en el que el preu de l'energia es negocia directament entre l'usuari i la comercialitzadora.

### 3.6.2 Baixa tensió

Des de l'1 de juliol de 2009 si s'està connectat a baixa tensió ( $< 1$  kV) amb una potència inferior o igual a 10 kW (la gran majoria de consumidors domèstics es troben en aquesta situació), es pot obtenir el subministrament elèctric per dues vies.

- 1) Mitjançant el PVPC (Precio Voluntario al Pequeño Consumidor): el contracte de subministrament del PVPC es pot realitzar amb qualsevol comercialitzadora acreditada, i els seus preus venen determinats per la Tarifa d'Últim recurs, la qual és regulada i establerta periòdicament pel Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç. El preu és regulat pel govern cada 3 mesos, establint un preu "sostre" a les comercialitzadores.
- 2) Mitjançant contractes de subministrament lliure: les tarifes de mercat lliure permeten al consumidor contractar amb qualsevol comercialitzadora. El preu de l'energia es negocia en aquest cas, directament entre l'usuari i la comercialitzadora.

En cas d'estar connectat a una tensió baixa ( $< 1000$  V) amb una potència contractada superior a 10 kW, d'igual forma que si s'està connectat a alta tensió, tan sols es podrà contractar el subministrament elèctric a través de la modalitat de mercat lliure.

### 3.7 Preu de l'electricitat

Diu una dita sobre el sector elèctric que “si t'expliquen el funcionament del sector i ho entens, és que te l'han explicat malament”, amb el que queda constància de la complexitat de l'assumpte. A l'hora d'entendre la composició del preu que s'acaba pagant pel consum elèctric, i de cadascun dels components que el formen, es manifesta aquesta complexitat, però si realment es vol tenir la capacitat d'estar en una posició forta davant les comercialitzadores a l'hora de negociar el preu, s'han de conèixer amb detall les característiques del preu.

A continuació es detalla la composició del preu de l'electricitat.

#### 3.7.1 Energia pròpiament com a matèria primera

L'energia elèctrica com a matèria primera es pot comprar a OMIE o a OMIP. Comprar al primer, a OMIE, vol dir estar indexat al Pool Elèctric i pagar un preu de l'electricitat variable i horari, ja que es tracta d'un mercat diari pertanyent al OMEL, vist amb anterioritat. En canvi, aquells consumidors que compren l'electricitat a preu fixe, ho fan a OMIP, que és la referència dels mercats financers de futur (OTC). Mentre que en el mercat OMIE el consumidor compra la seva electricitat de manera transparent al mercat, al mercat de futurs OMIP, no es té aquesta transparència. Però per altra banda, comprar a OMIP t'assegura saber el preu que hauràs de pagar durant un període determinat, sense riscos -que podrien acabar sent tant positius com negatius- en el preu.

L'energia pròpiament com a matèria primera es paga a través del que les comercialitzadores anomenen Preu del Mercat Diari, per OMIP, i Preu de l'electricitat per Tancament/Clic, per OMIP. Ambdós fan referència al producte dels kWh consumits en un període determinat, pel preu d'aquest kWh.

#### 3.7.2 Serveis complementaris

Els serveis complementaris del preu de l'energia són serveis necessaris per assegurar el subministrament d'energia en les condicions de seguretat, qualitat i fiabilitat necessàries. Els gestiona l'Operador de Sistema (REE). Inclouen:

- Regulació primària
- Regulació secundària
- Regulació terciària
- Control de tensió de la xarxa de transport
  - o Restriccions tècniques
  - o Processos de l'Operador de Sistema
- Interrompibilitat

### 3.7.3 Pagaments per Capacitat

Els Pagaments per Capacitat són els pagaments regulats pel BOE<sup>1</sup> destinats a garantir que existeix potència disponible suficient per la cobertura del subministrament d'energia elèctrica a tots els consumidors. Estan fets per assegurar que existeixi potència disponible suficient a mitjà i llarg termini per a la cobertura del subministrament d'energia elèctrica en tots els nodes de la xarxa. Els seus preus depenen del Període en que es consumeix.

No es pot actuar sobre ell negociant amb cap agent del mercat, però al dependre del Període en que es consumeixi, sí que es pot intentar optimitzar consumint a unes franges horàries determinades.

### 3.7.4 Pèrdues implícites

Les pèrdues són un cost regulat pel BOE per l'energia total perduda a les xarxes de transport i distribució, mesurada com la diferencia entre la demanda en barres de central de Generació (on es genera l'electricitat) i la demanda en el punt d'entrega de subministrament.

Es tracta d'un percentatge sobre el preu horari del mercat diari, depenent del Període en que es consumeixi. No es pot, per tant, actuar sobre ell negociant amb cap agent del mercat, però al dependre del Període en que es consumeixi, sí que es pot intentar optimitzar consumint a unes franges horàries determinades.

### 3.7.5 Cost dels Desviaments

Cost que sorgeix per la diferència entre la previsió de consum entregada al Sistema i el que realment es va registrar com a consum efectiu. Algunes comercialitzadores assumeixen aquests costos i d'altres els recuperen facturant-los al client.

### 3.7.6 Primes de risc

Ja s'estigui comprant electricitat indexada a OMIE o a preu fix (OMIP), les comercialitzadores inclouen primes de risc en els seus preus que repercuteixen al consumidor al preu final del kWh.

### 3.7.7 Marge comercial

Costos d'operació, gestió i benefici comercial propi de cada comercialitzadora. Cobreix les garanties depositades i els costos implícits que comporta que el consumidor final accedeixi als mercats majoristes. Sí es pot actuar sobre ell negociant amb les comercialitzadores i aprofitant-se de la liberalització del mercat elèctric i de la competència entre comercialitzadores.

---

<sup>1</sup> Butlletí Oficial de l'Estat: és el diari oficial de l'estat Espanyol dedicat a la publicació de determinades lleis, disposicions i actes d'inserció obligatòria

### 3.7.8 Tarifes d'Accés de Tercers a la Xarxa

Són els peatges elèctrics. Són una part molt important del preu de l'electricitat. Els determina el govern a través del Ministeri d'Indústria (MINETUR), per la qual cosa és un cost que es publica als BOEs. Se'ls anomena peatges perquè constitueixen el pagament a les distribuïdores d'electricitat pel dret a la utilització de les seves xarxes de distribució elèctrica. Els seus valors depenen del Període en que es consumeixi.

No es pot actuar sobre ell negociant amb cap agent del mercat, però al dependre del Període en que es consumeixi, sí que es pot intentar optimitzar consumint a unes franges horàries determinades.

### 3.7.9 Taxa municipal

És un preu regulat pel BOE que equival a l'1,5% sobre el total dels imports anteriorment mencionats. No es pot actuar sobre ell negociant amb cap agent del mercat.

### 3.7.10 Impost elèctric

És un preu regulat pel BOE que equival al 5,21% sobre el total dels imports anteriorment mencionats. El cobra el govern i va destinat a ajudes per a la mineria del carbó. No es pot actuar sobre ell negociant amb cap agent del mercat.

### 3.7.11 Lloguer de comptador

És un cost que cobra la distribuïdora a través del nostre equip comptador de kWh. També es pot donar el cas que l'usuari tingui el comptador en propietat.

### 3.7.12 IVA

Ara mateix, representa el 21% de la suma de tots els costos anteriors, els imports del qual van a parar a les arques de l'Estat.

## 4 Compra col·laborativa d'electricitat

### 4.1 Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya

Aquest projecte es realitza en l'entorn del Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya, conegut per les sigles de CSUC. És un consorci depenent de la Generalitat de Catalunya -per tant, del sector públic- que es dedica a compartir i mancomunar serveis acadèmics, científics i de gestió de les entitats consorciades, per aconseguir millorar-ne l'eficàcia i l'eficiència potenciant les sinergies i les economies d'escala.

Més concretament, per aquest projecte es treballa al Departament de Compres Conjunts del CSUC, dedicat exclusivament a la compra col·laborativa d'energia i utilitats (electricitat, gas, serveis de neteja, productes químics). Per *compra col·laborativa* s'entén el fet d'agrupar-se -o, millor dit, consorciar-se - una sèrie d'entitats que compleixen uns requisits determinats (polítics, tècnics, uns consum mínims, etc.) i presentar-se al mercat de forma conjunta, tot obtenint una major força davant les empreses comercialitzadores, que acabarà repercutint en una reducció dels preus aconseguits, de la qual cosa totes les entitats en sortiran beneficiades, i aconseguint alhora, una centralització de la gestió energètica, amb tots els beneficis que això comporta en quant a dedicació i coneixement.

A la compra d'electricitat, que és en el que es centra aquest projecte, el CSUC s'hi dedica des del 2013 i els resultats que han anat sent gradualment millors i realment òptims si es comparen amb altres entitats del panorama nacional que es dediquen a la mateixa activitat, i també amb altres entitats amb uns volums de consum semblants.

#### 4.1.1 Entitats consorciades

Les entitats que formen part d'aquests consorci i per a les quals es compra electricitat de forma conjunta són les següents. Totes elles són de l'àmbit de l'educació: universitats, parcs de recerca, col·legis majors, fundacions pertanyents a centres docents.

- Barcelona Supercomputing Center
- Consorci Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona
- Centre de Recerca en Agrigenòmica
- CSUC
- Escola Superior de Comerç Internacional
- Fundació Catalana per la Recerca i la Innovació
- Fundació UAB
- Fundació UOB
- Institut de Ciències Fotòniques
- Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària
- Parc Científic i Tecnològic Agroalimentari

- Parc Mediterrani de la Tecnologia
- Parc Recerca UAB
- Universitat Autònoma de Barcelona
- Universitat de Barcelona
- Col·legi Major St. Jordi
- Col·legi Major St. R. Penyafort
- Institut de Formació Continua UB
- Parc Científic de Barcelona
- Universitat Complutense de Madrid
- Universitat de Girona
- Universitat de Lleida
- Universitat Politècnica de Catalunya
- Universitat Pompeu Fabra
- Universitat Ramon Llull
- URL Institut Químic de Sarrià
- Universitat Rovira i Virgili

Cal remarcar que als inicis de la compra d'electricitat, el nombre d'entitats era força menor i eren totes catalanes, però el fet d'aconseguir preus tan competitius en aquests anys ha donat lloc a que s'anessin afegint algunes més i que, per exemple, la major universitat d'Espanya, la Universidad Complutense de Madrid també formi part ara mateix del consorci.

#### 4.2 Beneficis de la compra col·laborativa

Amb l'agrupació d'aquest gran nombre d'entitats s'aconsegueix tenir un volum de compra molt gran, de l'ordre de centenars de GWh anuals, que dista molt dels que podria tenir una única entitat presentant-se per si sola al mercat elèctric.

Amb més concreció, els valors amb els que treballa el CSUC (són dades públiques i es poden veure a la pàgina web del Perfil del Contractant de la Generalitat de Catalunya<sup>2</sup>) són uns 250 GWh/any a alta tensió i uns 22 GWh/any a baixa tensió.

Amb això s'aconsegueix tenir una postura forta i d'estabilitat en front les comercialitzadores, que es veuen obligades a cedir i ser menys exigents amb els clients -a costa de reduir els seus beneficis-, i desembocant en uns millors preus per a totes les entitats. Per això, realment, és important aquesta tasca de la compra col·laborativa.

---

<sup>2</sup> [www.contractaciopublica.gencat.cat](http://www.contractaciopublica.gencat.cat)

### 4.3 Millora del procés: Eina de càlcul de factures

Però no tan sols pel fet d'agrupar-se i comprar de forma conjunta s'obtenen uns millors preus. Per ser verdaderament forts al mercat, cal alguna cosa més.

Gran part del valor afegit de la compra col·laborativa, en realitat, recau en la centralització de la gestió energètica que comporta que un nombre reduït de persones -en aquest cas, del CSUC- es dediquin exclusivament a aquest assumpte amb la qual cosa els seus coneixements s'incrementen i tenen millors aptituds per saber quan, on i com poder exprimir el mercat.

L'eina que es desenvolupa amb aquest projecte és un exemple clar del nivell de detallisme i precisió amb el que es pretén treballar i que permetrà a la llarga ser encara més potents enfront del mercat elèctric.

L'objectiu de l'eina, com ja s'ha comentat al segon punt del projecte, és tenir un control total sobre les factures -fins al nivell dels cèntims-, que arriben a ser de milers i milers d'euros, i evitar que errors de les companyies comercialitzadores provoquin que s'hagin de pagar uns costos que no correspondria pagar i que són molt més habituals del que es pot arribar a pensar. Aquesta eina comportarà assegurar-se'n de que tot allò que es paga és el que correspon i amb ella es farà saber a les comercialitzadores que es té un gran domini sobre la facturació, i no s'està disposat a assumir els seus errors.

### 4.4 Com s'afronta el problema actualment?

A l'actualitat, no s'està fent un seguiment exhaustiu de totes les factures per causa de la falta d'una eina que ho permeti fer de forma ràpida i segura. És aquest el motiu de ser d'aquest projecte.

Davant la problemàtica de la revisió de factures, ara mateix s'opera de la següent manera: amb un programa d'*excel* lent i on les dades, que en són moltes, s'han de carregar pràcticament de forma manual, es comproven algunes factures de cada mes per comprovar si hi ha algun error en algun dels molts components que formen el preu final. És un procés poc òptim en quant al temps que s'inverteix, i el fet d'haver observat que els errors són massa comuns, han fet adonar-se'n que és necessària una eina ràpida i eficaç per dur a terme aquestes tasques. A més és important que l'eina es pugui fer servir tant per part del CSUC com pels responsables de les entitats consorciades perquè puguin revisar personalment totes les factures, de tots els seus punts de subministrament, que poden arribar a ser desenes (inclús centenars a baixa tensió).

#### 4.4.1 Quines solucions existeixen?

Per obtenir una eina amb aquestes característiques, des de l'empresa s'han rebut ofertes de *softwares* de diverses companyies del sector -com Schneider Electric, o diverses consultores energètiques- que realitzen aquesta tasca de revisió de factures, però per falta de transparència i traçabilitat -molt perseguides des del CSUC-, ja que no mostren els passos que segueixen ni els



càlculs que fan per arribar als components finals del preu, així com pels elevats preus dels sistemes, no s'han considerat idònies.

Cal fer èmfasi en el fet que el nombre de consultores especialitzades en energia (més en electricitat que en gas, que és un sector més rígid) està augmentant considerablement<sup>3</sup> als darrers anys, sobretot des de la liberalització del mercat de l'electricitat, i moltes d'aquestes empreses ofereixen aquest servei de revisió de factures.

Un dels inconvenients, però, d'aquest servei és el fet de què a part de comprar l'eina, s'ha de contractar un servei de manteniment continu perquè en cas que hi hagi algun canvi per part d'algun agent del mercat, aquesta eina s'ha d'actualitzar.

#### 4.5 Valor afegit de l'eina

A la llarga, aquesta eina dotarà a les persones que la utilitzin amb freqüència d'uns coneixements sobre els diferents components que donen lloc al preu final del preu de l'electricitat (el significat de cadascun, quin són inamovibles i sobre quins es pot treballar per intentar reduir-los, etc.) que seran igual d'útils que el fet de fer mensualment la revisió de les factures i recuperar els errors que continguin. Aquesta, és també una vessant important de l'eina i un dels motius pels quals es fa.

---

<sup>3</sup> <http://www.ingenieros.es/noticias/ver/aumento-de-industrias-y-consultoras-en-sector-energetico/993>

## 5 Desenvolupament de l'eina

Durant tres mesos s'ha treballat en el desenvolupament de l'eina, les premisses, la informació que utilitza, el funcionament, les característiques i l'estructura de la qual, són presentats en aquest punt del projecte.

### 5.1 Metodologia del desenvolupament

L'eina s'ha dut a terme amb el programa *Excel* de *Microsoft Office* i el seu corresponent llenguatge de programació (*Visual Basic Application*), des de zero. Cal destacar que el coneixement de l'autor del projecte sobre aquest llenguatge era completament nul a l'inici, però amb cursos *online* i els paral·lelismes existents amb *Python* -el llenguatge que s'ensenya a la ETSEIB- ha estat possible dur-ho a terme. Tot i que a les primeres setmanes l'avanç era molt lent, era obligat que l'eina es realitzés amb aquest llenguatge perquè és el que acaba fent possible que l'eina sigui un *excel*, programa de fàcil manipulació per part de l'usuari final. Això ha estat, de fet, un requisit imposat per l'empresa.

Per desenvolupar-la, el primer pas ha estat considerar i estudiar tots els factors que hauria de tractar per poder arribar a la composició final del preu. Aquests factors -tarifes, períodes elèctrics, CUPS, usuaris finals, *big data*...- es detallen al següents punts d'aquest document, i són els que han conduït a que el format final de l'eina fos el que és: un conjunt de diversos arxius, cadascun d'ells amb una funció diferent; alguns de recopilació de dades, alguns de generació de dades, i alguns pròpiament de càlcul de factures a partir de totes aquestes dades. Aquesta estructura es troba explicada amb més detall al punt 6 del document.

En el procés de construcció, per anar comprovant que funcionés correctament, s'ha realitzat de forma paral·lela a l'elaboració, un procés de proves ("prova i error") amb factures reals que ha acabat donant lloc a un funcionament correcte i eficaç de l'eina.

A més, sent coneixedors de la volatilitat del mercat elèctric, s'ha tingut present en tot moment que calia dotar l'eina amb una gran capacitat d'adaptació davant de canvis produïts per part d'algun dels agents del mercat que tenen relació directa amb ella, com per exemple, la comercialitzadora amb un canvi al format de les corbes de consum, l'administració mitjançant un nou impost, o els consumidors amb la contractació d'una nova tarifa.

### 5.2 Bases de dades: *Big Data*

L'eina treballa amb una gran quantitat de dades (centenars de milers de cel·les d'*excel*), la qual cosa fa evident la necessitat de parlar de la importància i dels beneficis del *Big Data* (macrodades, en català), una disciplina molt puntera darrerament.

El *Big Data* consisteix en la gestió i anàlisi d'enormes volums de dades que no poden ser tractades de manera convencional, ja que superen els límits i capacitats de les eines de *software*

habitualment utilitzades per a la captura, gestió i processament de dades. A més, el *Big data* busca patrons repetitius en les dades emmagatzemades, les quals poden estar emmagatzemades de forma estructurada, no estructurada o semiestructurada.

Es tracta d'una de les tendències més utilitzades avui dia a la indústria de la informació i la comunicació: en plataformes com les pàgines web, aplicacions d'imatge i vídeo, xarxes socials, dispositius mòbils, sistemes GPS, *apps*, sensors, internet, etc. La podem trobar també en diverses indústries: les companyies mantenen grans quantitats de dades transaccionals, reunint informació sobre els seus clients, proveïdors, operacions, etc.; també al sector públic trobem grans acumulacions d'informació: dades dels cens de població, registres mèdics, impostos, etc. Totes aquestes plataformes són capaces de generar, segons IBM, més de 2,5 quintil·lions de bytes al dia, fins el punt de que el 90% de les dades del món han estat creats durant els últims dos anys.

Actualment s'utilitza l'eina *Big Data* en els següents camps:

- *Web and Social Media*: Inclou contingut web i informació que és obtinguda de les xarxes socials com Facebook, Twitter, LinkedIn, etc.
- *Machine-to-Machine (M2M)*: M2M utilitza dispositius com sensors o mesuradors que capturen algun esdeveniment en particular (velocitat, temperatura, pressió, variables meteorològiques, etc.) els quals transmeten a través de xarxes alàmbriques, inalàmbriques o híbrides a altres aplicacions que tradueixen aquests esdeveniments en informació significativa.
- *Big Transaction Data*: Inclou registres de facturació, en telecomunicacions registres detallats de les trucades (CDR), etc. Aquestes dades transaccionals estan disponibles en formats tant semiestructurats com no estructurats.
- *Biometrics*: Informació biomètrica en la que s'inclouen petjades digitals, escaneig de la retina, reconeixement facial, genètica, etc. En l'àrea de seguretat i intel·ligència, les dades biomètriques han estat informació important per a les agències d'investigació.
- *Human Generated*: Les persones generem diverses quantitats de dades com la informació que guarda un *call center* en establir una trucada telefònica, notes de veu, correus electrònics, documents electrònics, estudis mèdics, etc.

Les dades obtingudes d'aquests camps són transformades per les plataformes ETL (*Extract, Transform and Load*) i carregades a la base de dades específica pel seu corresponent anàlisi i visualització.

Així, en l'actualitat, el *Big data* serveix per a resoldre problemes complexos relacionats amb el descobriment científic, la investigació ambiental i biomèdica, l'educació, la salut, la seguretat nacional, etc., gràcies al seu poder d'integració de grans quantitats de dades i del ràpid anàlisi d'aquestes. L'eina de la que tracta aquest projecte també es beneficia de la tecnologia del ràpid tractament de grans volums de dades.

### 5.3 Contextualització de l'eina a la facturació elèctrica

L'eina en qüestió ha de fer càlculs sobre els paràmetres propis del món de la facturació elèctrica i s'ha d'adaptar a tots ells. Aquests paràmetres es presenten a continuació.

#### 5.3.1 Tarifes

Com s'ha vist al punt 3 del projecte, al mercat elèctric existeixen diverses modalitats de productes que es poden contractar; o, amb altres paraules, diverses tarifes dins de l'alta o la baixa tensió.

Aquesta eina ha de ser capaç d'adaptar-se a aquelles tarifes que siguin necessàries -vindran delimitades pel consum de les entitats consorciades-, i a les diferències que hi ha entre elles, i ha de ser capaç de fer el càlcul teòric de factures de qualsevol d'elles.

Al CSUC, i per extensió a totes les entitats consorciades, hi ha un conveni de distribució de les tarifes en tres lots, presentats a continuació.

- Lot 1: alta tensió, tarifa 6.1A. És la que té més consum amb força diferència
- Lot 2: alta tensió, tarifa 3.1A
- Lot 3: baixa tensió, diverses tarifes (3.0A, 2.1A, 2.1DHA, 2.0A i 2.0DHA)

Tot i que n'existeixen, no és treballa amb cap tarifa més enllà d'aquestes set, per decisió tant del CSUC com de les entitats. Al futur, al menys a curt termini, tampoc es té previst treballar amb tarifes diferents a aquestes.

La tarifa 6.1A (Lot 1) és aquella llur potència contractada és major a 450 kW i el nivell de tensió de la xarxa d'alta tensió a la que està connectat el subministrament és inferior a 30 kV. Aquesta tarifa disposa d'un equip de tele-mesura integrada i el seu cicle de lectura és mensual, sempre del primer dia a últim del mes. La potència a facturar depèn dels registres horaris i quart-horaris que emmagatzema l'equip de mesura d'un registrador; el mínim a pagar és la potència contractada i s'ha de pagar una penalització important en cas d'excedir-la. Aquesta tarifa té sis períodes tant al terme d'energia com al de potència.

La tarifa 3.1A (Lot 2) és aquella llur potència contractada és igual o inferior a 450 kW i el nivell de tensió de la xarxa d'alta tensió a la que està connectat el subministrament és inferior a 36 kV. El cicle de lectura d'aquesta tarifa és mensual (no necessàriament del primer al darrer dia del mes) i la potència contractada es mesura amb màximetres, perquè la potència a facturar depèn d'aquesta dada (ja que a partir d'un màxim es tindrà una penalització bastant elevada en la facturació de la potència). Aquesta tarifa té tres períodes tant al terme d'energia com al de potència.

En quant a la baixa tensió (el lot 3):

- La tarifa 3.0A és aquella llur potència contractada és major a 15 kW. Té tres períodes tant al terme d'energia com al de potència.
- La tarifa 2.1A és aquella llur potència contractada és major a 10 kW però inferior o igual a 15 kW. Té un únic període tant al terme d'energia com al de potència.
- La tarifa 2.1DHA és aquella llur potència contractada és major a 10 kW però inferior o igual a 15 kW. Té dos períodes al terme d'energia i un únic al de potència.
- La tarifa 2.0A és aquella llur potència contractada és igual o inferior a 10 kW. Té un únic període tant al terme d'energia com al de potència. El subministrament s'acostuma a mesurar *in situ* per les distribuïdores.
- La tarifa 2.0DHA és aquella llur potència contractada és igual o inferior a 10 kW. Té dos períodes al terme d'energia i un únic al de potència. El subministrament s'acostuma a mesurar *in situ* per les distribuïdores.

### 5.3.2 Períodes

El consum al mercat elèctric està dividit en períodes elèctrics, que depenen, com es veurà a continuació, de les diferents tarifes. Els períodes estan fets de tal forma que tenen en compte les franges horàries i les dates en les que hi ha més consum i en les que hi ha menys, havent-hi preus més cars quan més es consumeix i més econòmics quan hi ha menys demanda (la diferència entre un i l'altre pot arribar a ser de deu vegades en el termes d'energia i de potència). Per aquest motiu, els períodes diferencien entre les hores del dia (el consum a nivell estatal varia molt entre hores laborals i no laborals), els dies de la setmana, amb un tractament diferent entre cap de setmana i no, els mesos; també entre hivern i estiu, ja que el consum dels usuaris és molt diferent d'una estació a l'altre per temes climàtics, d'hàbits laborals...; i entre dies festius i no.

A efectes del calendari elèctric, l'estació d'estiu és el període comprès entre el canvi horari de l'últim diumenge de març i el canvi horari de l'últim diumenge d'octubre, essent la d'hivern la contrària. Per altra banda, els dies festius són els d'àmbit nacional definits com a tals al calendari de festius que el govern publica anualment al BOE, excloent-hi tant els festius substitutius como els que no tenen data fixe.

El motiu final pel qual es fa aquesta divisió horària en períodes és tenir uns preus de l'electricitat diferents per a cada període, com ja s'ha dit, amb la intenció de regular el consum i incentivar aquell consum que es produeix fora de les hores punta. De fet, el mercat permet contractar diferents potències per a cada període en funció del consum que es tingui previst i d'aquesta forma optimitzar costos.

Tot això, l'eina ho ha de recollir i saber-ho tenir en compte pel al càlcul dels preus. De fet, una de les majors problemàtiques que es va tenir mentre s'elaborava l'eina, va ser la programació

del codi per introduir els canvis horaris de finals de març i octubre per cada any. Es va poder solucionar, però, de forma eficaç.

Per exemple, a la tarifa 6.1A, tal i com es veu a la Figura 2, hi ha sis períodes tant al terme d'energia com al de potència, cosa que permet seleccionar el valor a contractar -de potència- a cada període, segons les necessitats energètiques de cadascú (en funció del consum mitjà que es tingui per període), amb l'imperatiu legal de respectar que la potència contractada d'un període sigui major o igual que la del període immediatament anterior, és a dir:  $P6 \geq P5 \geq P4 \geq P3 \geq P2 \geq P1$ . A la tarifa 3.1A passa el mateix, però havent-hi tres períodes en comptes de sis, també respectant l'escala decreixent de les potències.

Tarifa						6.X								
Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun D<=14	Jun D>=15	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Fin de Semana Festivo
H1 (00-01h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H2 (01-02h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H3 (02-03h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H4 (03-04h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H5 (04-05h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H6 (05-06h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H7 (06-07h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H8 (07-08h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H9 (08-09h)	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P4	P2	P6
H10 (09-10h)	P2	P2	P4	P5	P5	P3	P2	P2	P6	P3	P5	P4	P2	P6
H11 (10-11h)	P1	P1	P4	P5	P5	P3	P2	P2	P6	P3	P5	P4	P1	P6
H12 (11-12h)	P1	P1	P4	P5	P5	P3	P1	P1	P6	P3	P5	P4	P1	P6
H13 (12-13h)	P1	P1	P4	P5	P5	P3	P1	P1	P6	P3	P5	P4	P1	P6
H14 (13-14h)	P2	P2	P4	P5	P5	P3	P1	P1	P6	P3	P5	P4	P2	P6
H15 (14-15h)	P2	P2	P4	P5	P5	P3	P1	P1	P6	P3	P5	P4	P2	P6
H16 (15-16h)	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P1	P1	P6	P4	P5	P4	P2	P6
H17 (16-17h)	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P1	P1	P6	P4	P5	P3	P2	P6
H18 (17-18h)	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P1	P1	P6	P4	P5	P3	P2	P6
H19 (18-19h)	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P1	P1	P6	P4	P5	P3	P1	P6
H20 (19-20h)	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P3	P1	P6
H21 (20-21h)	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P3	P1	P6
H22 (21-22h)	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P3	P2	P6
H23 (22-23h)	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P4	P2	P6
H24 (23-00h)	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P4	P2	P6

Figura 2. Períodes elèctrics de la tarifa 6.1A

A les següents figures es poden observar els períodes elèctrics de la resta de les tarifes tractades, els quals l'eina els porta incorporats al codi<sup>4</sup>.

Invierno		Verano		Fin de Semana y Festivo	
Hora	Periodo	Hora	Periodo	Hora	Periodo
H1 (00-01h)	P3	H1 (00-01h)	P3	H1 (00-01h)	P3
H2...H7	P3	H2...H7	P3	H2...H17	P3
H8 (07-08h)	P3	H8 (07-08h)	P3	H18 (17-18h)	P3
H9 (08-09h)	P2	H9 (08-09h)	P2	H19 (18-19h)	P2
H10...H16	P2	H10 (09-10h)	P2	H20...H23	P2
H17 (16-17h)	P2	H11 (10-11h)	P1	H24 (23-00h)	P2
H18 (17-18h)	P1	H12...H15	P1		
H19...H22	P1	H16 (15-16h)	P1		
H23 (22-23h)	P1	H17 (16-17h)	P2		
H24 (23-00h)	P2	H18...H23	P2		
		H24 (23-00h)	P2		

Figura 3. Períodes elèctrics de la tarifa 3.1A

<sup>4</sup> Codi fa referència a la programació que es troba a les "Macros" dels excel·ls que componen l'eina

Hora	Periodo
H1 (00-01h)	P1
H2 (01-02h)	P1
H3...H23	P1
H24 (23-00h)	P1

Invierno	
Hora	Periodo
H1 (00-01h)	P2
H2...H11	P2
H12 (11-12h)	P2
H13 (12-13h)	P1
H14...H21	P1
H22 (21-22h)	P1
H23 (22-23h)	P2
H24 (23-00h)	P2

Verano	
Hora	Periodo
H1 (00-01h)	P2
H2...H12	P2
H13 (12-13h)	P2
H14 (13-14h)	P1
H15...H22	P1
H23 (22-23h)	P1
H24 (23-00h)	P2

Figura 4. Períodes elèctrics de les tarifes 2.1A, 2.1DHA, 2.0A i 2.0DHA

Invierno	
Hora	Periodo
H1 (00-01h)	P3
H2...H7	P3
H8 (07-08h)	P3
H9 (08-09h)	P2
H9...H17	P2
H18 (17-18h)	P2
H19 (18-19h)	P1
H20...H21	P1
H22 (21-22h)	P1
H23 (22-23h)	P2
H24 (23-00h)	P2

Verano	
Hora	Periodo
H1 (00-01h)	P3
H2...H7	P3
H8 (07-08h)	P3
H9 (08-09h)	P2
H10 (09-10h)	P2
H11 (10-11h)	P2
H12 (11-12h)	P1
H13...H14	P1
H15 (14-15h)	P1
H16 (15-16h)	P2
H17...H23	P2
H24 (23-00h)	P2

Figura 5. Períodes elèctrics de la tarifa 3.0A

Tants els termes d'energia com els de potència, són més cars al període 1 (és, de forma general, els que ocupen les hores laborables) i més econòmics al període 6 (és el que ocupa les franges nocturnes). Altres conceptes del preu com les Pèrdues o els Pagaments per Capacitat també depenen dels períodes i acostumen a seguir aquesta "regla decreixent de preus".

### 5.3.3 CUPS

Una mateixa entitat acostuma a tenir una gran quantitat de punts de subministrament (poden arribar a ser centenars). I les factures que emeten les comercialitzadores consisteixen en una factura per cada punt de subministrament.

Això, a l'hora de construir l'eina ha fet que es treballés amb vàries hipòtesis de com tractar-ho: valorant crear un arxiu per cada entitat, un arxiu per cada punt de subministrament... Després de vàries proves i raonaments s'ha arribat a la conclusió de que l'única forma factible de dur-ho a terme és realitzant un arxiu per a cada punt de subministrament (tal i com es veurà al punt 6 del projecte). Els motius són que la quantitat de dades a tractar i d'operacions a fer per calcular les factures de cada punt són molt grans i amb entitats que arriben a comptar amb fins a algun centenars de punts de subministrament, no seria òptim fer arxius tan pesats. Per altres usuaris



amb menys punts de subministrament sí que ho podria ser, però s'ha preferit generalitzar i fer un arxiu per cada punt. Amb això també es guanya pulcritud i s'eviten confusions.

I els CUPS, què són? Els CUPS són el codis identificadors de cada punt de subministrament. De fet, les sigles volen dir Codi Universal del Punt de Subministrament. Col·loquialment, són com el seu “DNI”. Es tracta d'uns codis únics que a Espanya comencen per “ES” i que identifiquen un punt receptor d'abastiment de tota la xarxa elèctrica. Tenen entre 20 i 22 caràcters, combinació de números i lletres majúscules, i totes les factures que emeten les comercialitzadores porten indicat el CUPS al que fan referència.

L'eina fa servir els CUPS com a codi identificador de cada arxiu. Compta amb una casella informativa d'on s'informa del CUPS per fer diferència entre arxius, i hi ha d'haver-hi, per tant, una arxiu de l'eina per cada CUPS.

## 5.4 Obtenció de dades

Per calcular els diversos components del preu, l'eina ho fa a partir de tres grans blocs d'informació. Per una banda, el que d'ara en endavant anomenarem Dades de Mercat, per l'altre, la Dades Regulades, i per últim, la Corba Horària de Consum -més enllà dels preus del contracte. Fent operacions entre les dades d'aquests tres grans blocs, és possible, a grans trets, el càlcul de les factures.

### 5.4.1 Dades de mercat

Són dades horàries que es descarreguen de la web de la REE (Red Eléctrica Española<sup>5</sup>) i que fan referència a diferents elements del Mercat i del Sistema que acaben sent partícips del preu final de l'electricitat. Fan tots ells referència als Serveis Complementaris del punt 3.7.2 d'aquest document. Es tracta de (tots en €/MWh):

- Preu mitjà diari del mercat
- Restriccions PBF
- Restriccions Temps Real
- Reserva de potència addicional
- Banda secundària
- Cost de desviaments
- Saldo de desviaments
- Saldo PO
- Errada de nominació
- Interrompibilitat

A la web de la REE aquestes dades es troben en diferents versions en funció del temps que faci que estan penjades. Les comercialitzadores fan servir les dades en “C2”, les quals estan penjades

---

<sup>5</sup> [www.esios.ree.es/es/analisis](http://www.esios.ree.es/es/analisis)



a aquesta pàgina web durant 3 mesos (és a dir, dels tres mesos anteriors a l'actual) i són, per tant, les que aquesta eina utilitza.

Per a la descàrrega automatitzada cada mes d'aquest tipus de dades, s'ha comptat a l'empresa amb el suport dels informàtics que han desenvolupat un programa que a través de les *Tareas de Windows*, descarrega tots els arxius que fan falta el dia 15 de cada mes, i els guarda al lloc desitjat amb un nom determinat. L'eina el que fa és tractar-los a partir d'aquí.

#### 5.4.2 Dades regulades

Es tracta de costos regulats per l'administració pública (el MINETUR), els valors dels quals són en funció dels períodes, i que es modifiquen cada cop que aquesta administració així ho decideix. Es troben als BOE<sup>6</sup> i són els següents:

- Pèrdues estàndard
- Coeficient K de pèrdues (tan sols s'utilitza per la tarifa 3.1A)
- Pagaments per capacitat
- Pagaments d'Operador de Sistema
- Pagaments d'Operador de Mercat
- ATR Energia
- ATR Potència
- Impost elèctric
- Taxa municipal
- IVA

#### 5.4.3 Corba horària de consum

Existeix una corba horària de consum per cada punt de subministrament i per cada mes, que consisteix en el recopilatori dels consums que cada usuari fa, en kWh, hora per hora. A les tarifes de baixa tensió, no existeixen aquestes corbes perquè les mesures de consum no són telemesures horàries sinó que la distribuïdora s'encarrega de prendre les dades corresponents. Com es veurà al següent punt, aquest és el motiu principal pel qual els arxius de l'eina de les tarifes d'alta tensió són força més complexos que els de baixa tensió.

Es tracta d'uns arxius que els propis usuaris reben de la comercialitzadora -o bé els poden descarregar de la pàgina web- que tenen un format determinat, el qual varia en funció de la comercialitzadora. L'eina ha de ser capaç de tractar l'arxiu, tingui el format que tingui, i extreure'n tan sols la informació necessària, que són els consums horaris.

---

<sup>6</sup> Als BOEs corresponents als que es pot trobar cada informació, es troben a l'arxiu BASE de l'eina, al qual hi té accés tan sols l'empresa, i que els haurà de canviar quan els hi arribi el butlletí informatiu que així ho anunciï, de la forma explicada al mateix document

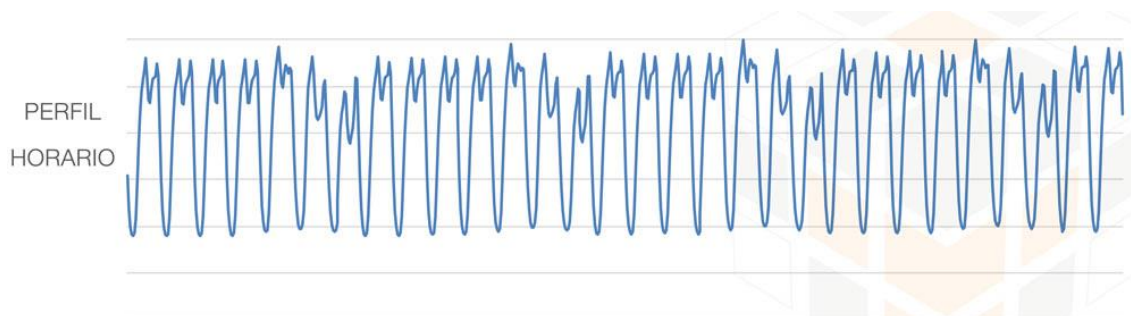


Figura 6. Exemple de corba horària de consum

En aquesta Figura 6 es pot veure un exemple d'una corba de consum on queda clar que hi ha unes hores on el consum és molt alt (fan referència al dia) i unes on és molt baix (la nit).

## 5.5 Fórmules dels preus

Les fórmules finals amb les que es calculen els preus a pagar a les factures, són elaborades pel CSUC i es troben als plec de licitació de l'empresa, que com ja s'ha comentat amb anterioritat, es troben al Perfil del Contractant de la Generalitat de Catalunya, *ergo* són públiques. L'art realment d'aquesta eina és tenir la capacitat de calcular tots i cadascun dels components que el componen, per separat, tal i com apareixen a les factures que emeten les comercialitzadores.

Els preus -segons el que dicten aquests plec- poden ser preu a OMIE o preu a OMIP, que volen dir:

- Preu OMIE: preu variable indexat al mercat diari. Consisteix a anar pagant el preu del mercat diari i ser conseqüent amb les pujades i baixades que aquest pot tenir, en funció de decisions polítiques, el preu del *bren*...
- Preu OMIP: preu a tancaments. També se li diu "preu clicat", que fa referència a l'expressió de prémer ("clicar") el seu tancament. Es tracta d'un preu fix (que és constant durant un trimestre) que té el valor del preu acordat al moment del tancament. La importància d'estudiar bé el mercat i saber quan tancar -com si de la borsa es tractés- és cabdal perquè seguir aquesta estratègia acabi sent un encert.

Per als lots 1 i 2 (alta tensió) les fórmules dels preus OMIE i OMIP són les següents:

$$\text{PREU OMIE} = \sum_{p=1}^n D_p \cdot [ [(OMIE_p + PagCapacitat_p + ProcOS_p + RRTT_p + PagOMiOS_p + Int_p) \cdot (1 + \%PèrduesReals_p) + MgOMIE] \cdot (1 + K_p) ]$$

Equació 1. Fórmula del preu OMIE. Font: plec de licitació del CSUC

On,

- $D_p$  = Consum del període  $p$ , en percentatge sobre el consum total del lot.
- $OMIE_p$  = Preu del Mercat Diari OMIE per període.
- $PagCapacitat_p$  = pagaments per capacitat, per període
- $PagOMiOS_p$  = pagaments Operador del Mercat i Operador del Sistema, per període

- MgOMIE = marge corresponent al cost de la gestió del contracte vinculat a OMIE, base de l'oferta del licitador
- Kp = Taxa municipal per període (1,5%)
- ProcOSp = processos OS per període
- RRTTp = restriccions tècniques per període
- Intp = interrompibilitat, per període "p"

$$\text{PREU OMIP} = \sum_{p=1}^n D_p \cdot [A_p \cdot \text{OMIP } Q_x + B_p]$$

Equació 2. Fórmula del preu OMIP. Font: plec de licitació del CSUC

On,

- Dp = Consum del període p, en percentatge sobre el consum total del lot.
- OMIP Qx = preu tancat amb el comercialitzador per al període Qx, segons el procediment de tancament especificat en el present plec. Qx pot ser Q1, Q2, Q3 o Q4 o Yr (trimestres o anys sencers)
- Ap = coeficient multiplicador per període "p", base de l'oferta del licitador. Inclou apuntament corregit a pèrdues i taxa municipal. Pot incloure costos financers
- Bp = coeficient additiu per període en €/MWh, base de l'oferta del licitador, on s'inclouran els següents conceptes:
  - Serveis d'ajust del sistema
  - Pagaments per capacitat
  - Pagaments a l'Operador del Mercat i a l'Operador del Sistema
  - Pèrdues
  - Taxa municipal
  - Marge de comercialització
  - Costos de tancament
  - Despeses derivades dels desviaments propis de cada subministrament (despeses derivades de la diferència entre el consum d'energia previst per un dia concret per cada subministrament i la realment consumida).
  - Pot incloure costos financers o altres costos

Cap d'aquestes dues fórmules inclouen els peatges d'energia (ATR) ni els impostos.

Per al lot 3 de baixa tensió el preu és diferent per a cada tarifa, i la seva composició és més simple que als d'alta. Per això no es considera oportú que quedin reflectits aquí degut a la seva senzillesa. Es poden consultar als arxius de Plantilles del Lot 3.

## 5.6 Usuaris de l'eina

Aquesta eina serà utilitzada tant pel personal del CSUC, per fer comprovacions d'algunes de les factures més significatives de cada tarifa, com pels responsables de les entitats consorciades, per comprovar una, unes quantes, o totes -al seu parer- les factures de tots els seus punts de subministrament. Els primers, han conviscut amb la construcció de l'eina i a l'haver estat en contacte amb ella el seu ús els hi resultarà senzill. Els segons, en canvi, quan la vegin per primera vegada no tindran cap noció sobre el seu funcionament. A l'hora d'elaborar l'eina s'ha de tenir en compte aquest fet, i facilitar les coses tant com sigui possible. També s'ha d'assegurar que tingui una rapidesa i una utilitat que provoqui que els usuaris sentin mentre l'utilitzen que estan, com a mínim, estalviant diners.

Un dels objectius que es comenten al punt 2 del treball és la necessitat de que l'ús de l'eina quedi molt clar i molt ben explicat, alhora que sigui molt visual i no trigui gaire temps en fer les operacions. S'ha d'obtenir una interfície predictiva i que permeti la fàcil interacció amb l'usuari. Per optimitzar el temps que triga per calcular les factures, s'ha refinat el codi del programa varies vegades, arribant a uns temps -amb un ordinador amb una memòria RAM i un processador estàndard- molt acceptables, d'uns pocs segons. A més, s'ha preferit que mentre l'eina està fent càlculs i arrossegant dades d'un lloc a un altre, per la pantalla això no es mostri i es quedi congelada uns segons fins acabar mostrant els resultats finals.

A més, amb aquesta intenció, a cada arxiu s'han afegit unes instruccions d'ús per a l'usuari, que es veuran al punt 7.1 d'aquest document.

També, seguint el fil de la necessitat de que sigui molt visual, s'ha donat molta importància als colors, fent que cadascun tingui un significat diferent en quant a l'acció que implica, i s'ha afegit una llegenda d'aquestes activitats a cadascun dels arxius de l'eina. Aquesta llegenda es pot observar a la següent taula, extreta directament de l'eina.

<b>Taronja</b>	Caselles que s'han d'omplir a mà
<b>Blau fosc</b>	Caselles amb informació que no s'ha de canviar, excepte quan hi ha canvis regulatoris, de preus...
<b>Blau clar</b>	Caselles amb informació que no s'ha de canviar
<b>Gris</b>	Caselles que informen
<b>Verd fosc</b>	Informació que s'omple de forma automàtica al prémer un botó. No tocar
<b>Verd clar</b>	Caselles amb informació que no s'ha de canviar
<b>Vermell</b>	Caselles sobre les que s'ha de triar un dels valors del desplegable
<b>Lila</b>	Caselles que cal actualitzar a mà de tant en tant

*Taula 1. Usos del diferents colors que s'utilitzen a l'eina*

També s'ha tingut en compte el fet que no totes les entitats consorciades són catalanes, i s'ha incorporat l'opció de poder canviar d'idioma entre català i castellà per a que sigui més còmode per a tothom.

## 6 Eina per al càlcul teòric de la facturació d'electricitat

En aquest capítol es parlarà del que és realment el motiu de ser d'aquest projecte: l'eina completa que permet fer càlculs teòrics de factures d'electricitat de les tarifes 6.1A, 3.1A i les de baixa tensió.

### 6.1 Estructura de l'eina

L'eina desenvolupada consisteix en un conjunt d'arxius d'*excel*, cadascun amb una funció determinada, amb l'ús dels quals s'aconsegueix arribar als preus finals de cada factura per separat i veure si les facturacions per part de les comercialitzadores són correctes. Aquests arxius, que es detallaran als següents punts, són<sup>7</sup>:

- BASE
- Generador Dades Mercat
- Plantilla Lot 1
- Plantilla Lot 2
- Plantilla Lot 3
- Arxiu Actualitzador

A la Figura 7 de la pàgina següent es pot observar un diagrama amb l'estructura dels diversos arxius de l'eina i les relacions -transvasament de dades- que hi ha entre ells. A part d'aquests sis arxius esmentats, també s'inclouen en aquest diagrama un bloc *ESIOS* que fa referència als arxius diversos que s'han de descarregar mensualment a la web de Red Eléctrica Española per poder generar les Dades de Mercat; un de *Web comercialitzadora* -pot ser la pàgina web d'Endesa, de Gas Natural...- des d'on tant el CSUC com les entitats consorciades hauran de descarregar les Corbes Horàries de Consum; i un de *Factures Reals* que representa als arxius en format *pdf* de les factures reals (factures electròniques) sobre els que s'haurà de fer la comparació de preus. El bloc *Generador Plantilles* fa en realitat referència a tres arxius diferents, un per cada lot, que tenen la funció de generar Plantilles buides per l'any que es desitgi.

Aquesta eina en el seu conjunt té un cicle de vida tan llarg com es desitgi. Cal tenir en compte, però, que com mes anys s'utilitzi més actualitzacions s'hauran de fer sobre ella perquè hi haurà més probabilitats de que algun agent del mercat faci modificacions, tot i que precisament, l'eina està preparada per ser modificada en la direcció que calgui, amb l'únic requisit de què els canvis els realitzi algú amb coneixements tant sobre l'eina, com sobre el llenguatge de programació *VBA*, com sobre el mercat elèctric.

És important destacar que tots els codis (programació *VBA*) de tots els arxius es troben protegits per contrasenya (que només es coneix al CSUC) per evitar-ne un ús inapropiat.

---

<sup>7</sup> A partir d'aquí, en aquest document se'ls anomenarà per aquest nom

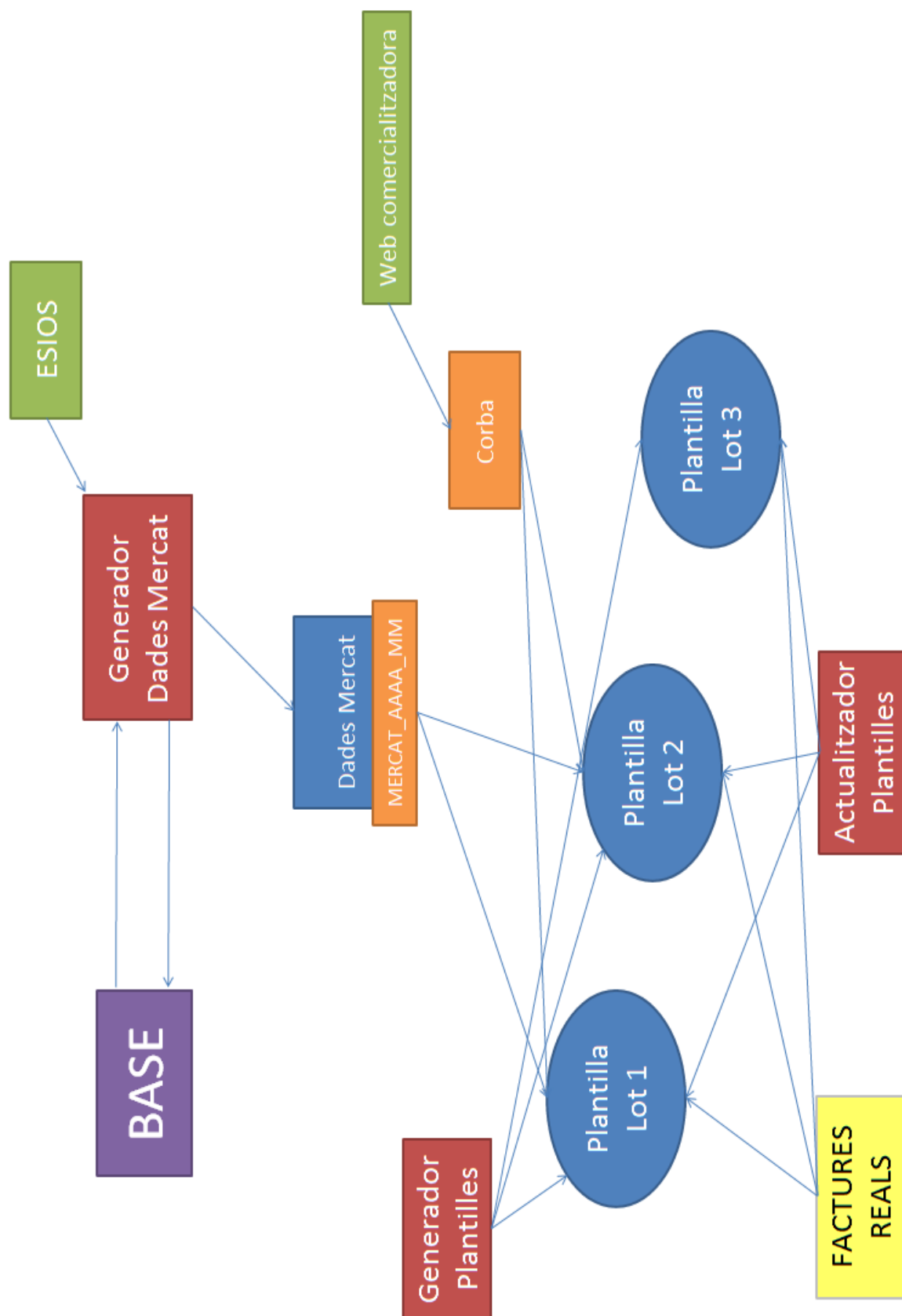


Figura 7. Estructura d'arxius de l'eina

## 6.2 Arxiu BASE

L'arxiu BASE consisteix, a *grosso modo*, en un recopilatori d'informació de tot tipus de la qual altres arxius es nodreixen per realitzar les seves tasques.

Consta d'una primer pestanya anomenada *Fechas* que permet generar una graella de dates que inclou una columna per cadascun dels següents conceptes: data, dia, hora, any, mes, dia de la setmana, festiu o laborable, hivern o estiu, període de la tarifa 6.1A, període de la tarifa 3.1A i trimestre, de l'any que es desitgi. El fet de tenir tants paràmetres és per permetre un filtratge exhaustiu de les dades. Aquesta funcionalitat s'utilitzarà per generar noves Plantilles de l'any que sigui necessari. A la Figura 8 és pot observar el detall d'aquesta pestanya.

Data	Dia	Hora	Mes	Any	Dia setmana	fest-labor	hivern-estiu	període 6.1A	període 3.1A	Trimestre
01/01/2016	1	1	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	2	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	3	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	4	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	5	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	6	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	7	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	8	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	9	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	10	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	11	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	12	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	13	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	14	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	15	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	16	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	17	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1
01/01/2016	1	18	1	2.016	viernes	festiu	Invierno	6	3	Q1

Any 2016

GENERAR DATES DE TOT L'ANY

Fer-ho amb tots els altres excel·ls tancats, perquè **ÉS UN PROCÉS LENT** (un minut aprox), però només s'ha de fer 1 cop a l'any

Seleccionar l'any del que es vulgui generar la graella de dades, prémer el botó i esperar a que es generin

Figura 8. Pestanya Fechas de l'arxiu BASE

Té una segona pestanya de nom *AUX* (Figura 9) on es recopilen dades dels dies festius de tots els anys, dels dies en què es produeixen els canvis horaris (a març i octubre) de cada any, dels valors dels impostos, i dels valors de les Pèrdues, els ATR, i els Pagaments OM i OS de les dates que se li demanin. Tots aquests paràmetres inclouen un comentari de text on s'explica la font d'on s'extreu aquesta informació, per tal de que pugui ser actualitzada quan sigui convenient.

<p>Canvi horari estiu Canvi horari hivern</p> <p>25/03/2012 28/10/2012</p> <p>31/03/2013 27/10/2013</p> <p>30/03/2014 26/10/2014</p> <p>29/03/2015 25/10/2015</p> <p>27/03/2016 30/10/2016</p> <p>26/03/2017 29/10/2017</p> <p>25/03/2018 28/10/2018</p> <p>31/03/2019 27/10/2019</p> <p>29/03/2020 25/10/2020</p> <p>28/03/2021 31/10/2021</p> <p>27/03/2022 30/10/2022</p> <p>26/03/2023 29/10/2022</p> <p>31/03/2024 27/10/2024</p> <p>30/03/2025 26/10/2025</p>	<p>Festius</p> <p>01/01/2014</p> <p>01/05/2014</p> <p>15/08/2014</p> <p>01/11/2014</p> <p>06/12/2014</p> <p>08/12/2014</p> <p>25/12/2014</p> <p>01/01/2015</p> <p>01/05/2015</p> <p>15/08/2015</p> <p>12/10/2015</p> <p>08/12/2015</p> <p>25/12/2015</p> <p>01/01/2016</p> <p>01/05/2016</p> <p>15/08/2016</p> <p>12/10/2016</p> <p>01/11/2016</p> <p>06/12/2016</p> <p>08/12/2016</p> <p>25/12/2016</p> <p>01/01/2017</p> <p>01/05/2017</p>	<p>Pagaments caps Font Pagaments capacitat:</p> <p>Lot 6.1A 3.1A</p> <p>https://www.boe.es/boe/dias/2015/12/18/pdfs/BOE-A-2015-13782.pdf</p> <p>pàgina 119090, article 4, taula</p> <p>Treu les dades de les taules Tabla_PagsCap61A i Tabla_PagsCap31A (de les fulles PAgCap61A i PAgCap31A), en funció de la data de la cel·la K1. Si cal afegir dades, s'ha d'anar a les fulles PAgCap61A i PAgCap31A i afegir a les corresponents taules una fila amb la data d'aplicació i els nous valors de pagaments capacitat</p> <p>Operator del sistema</p> <p>Total 0,13341</p>
<p>Taxes Valor</p> <p>Taxa municipal 1,50%</p> <p>Impost elèctric 5,11269632%</p>	<p>Cada taula té un comentari amb la font d'on es treu la informació</p>	<p>Pèrdues Std</p> <p>Lot P1 P2 P3 P4 P5 P6</p>

Figura 9. Pestanya AUX de l'arxiu BASE

Una tercera pestanya de nom *TablaBase* que consisteix en el recopilatori de totes les Dades de Mercat des de l'any 2015 cap endavant (les del futur s'aniran omplint amb el temps). Aquesta taula s'omple de forma automàtica cada cop que a l'arxiu Generar Dades Mercat se'l fa generar dades d'un mes concret.

Després, quatre pestanyes de noms *ATR6.1A*, *ATR3.1A*, *PagsCap61A* i *PagsCap31A* que recullen les dades de totes les modificacions que s'han fet d'aquests valors des de 2009. Permeten veure, per exemple, com el Terme de Potència s'ha multiplicat per 3 (o fins i tot per 4 depenent del període) en 7 anys. A la Figura 10 es pot veure la pestanya *ATR6.1A*.

Fecha de aplicación	Término de energía (€/kWh) P1	Término de energía (€/kWh) P2	Término de energía (€/kWh) P3	Término de energía (€/kWh) P4	Término de energía (€/kWh) P5	Término de energía (€/kWh) P6	Término de potencia (€/kW y año) P1	Término de potencia (€/kW y año) P2	Término de potencia (€/kW y año) P3	Término de potencia (€/kW y año) P4	Término de potencia (€/kW y año) P5	Término de potencia (€/kW y año) P6
01/01/2009	0,035714	0,029635	0,016988	0,009645	0,006229	0,00429	10,092239	5,050488	3,696118	3,696118	3,696118	1,686408
01/04/2009	0,035714	0,029635	0,016988	0,009645	0,006229	0,00429	10,092239	5,050488	3,696118	3,696118	3,696118	1,686408
01/07/2009	0,046428	0,038526	0,022084	0,012539	0,008098	0,005577	13,119911	6,565634	4,804953	4,804953	4,804953	2,19233
01/10/2009	0,046428	0,038526	0,022084	0,012539	0,008098	0,005577	13,119911	6,565634	4,804953	4,804953	4,804953	2,19233
01/01/2010	0,069642	0,05201	0,027715	0,013793	0,008908	0,005577	16,26869	8,141386	5,958142	5,958142	5,958142	2,718489
01/04/2010	0,069642	0,05201	0,027715	0,013793	0,008908	0,005577	16,26869	8,141386	5,958142	5,958142	5,958142	2,718489
01/07/2010	0,069642	0,05201	0,027715	0,013793	0,008908	0,005577	16,26869	8,141386	5,958142	5,958142	5,958142	2,718489
01/10/2010	0,069642	0,05201	0,027715	0,013793	0,008908	0,005577	16,26869	8,141386	5,958142	5,958142	5,958142	2,718489
01/01/2011	0,069642	0,05201	0,027715	0,013793	0,008908	0,005577	16,26869	8,141386	5,958142	5,958142	5,958142	2,718489
01/04/2011	0,071035	0,05305	0,028269	0,014069	0,009086	0,005689	16,594064	8,304214	6,077305	6,077305	6,077305	2,772859
01/07/2011	0,071035	0,05305	0,028269	0,014069	0,009086	0,005689	16,594064	8,304214	6,077305	6,077305	6,077305	2,772859
01/10/2011	0,071035	0,05305	0,028269	0,014069	0,009086	0,005689	16,594064	8,304214	6,077305	6,077305	6,077305	2,772859
01/01/2012	0,072456	0,054111	0,028834	0,01435	0,009268	0,005803	16,925945	8,470298	6,198851	6,198851	6,198851	2,828316
01/01/2012	0,075697	0,056532	0,030124	0,014992	0,009682	0,006062	17,683102	8,849205	6,476148	6,476148	6,476148	2,954837
01/04/2012	0,075697	0,056532	0,030124	0,014992	0,009682	0,006062	17,683102	8,849205	6,476148	6,476148	6,476148	2,954837
01/07/2012	0,075697	0,056532	0,030124	0,014992	0,009682	0,006062	17,683102	8,849205	6,476148	6,476148	6,476148	2,954837
01/10/2012	0,075697	0,056532	0,030124	0,014992	0,009682	0,006062	17,683102	8,849205	6,476148	6,476148	6,476148	2,954837
01/01/2013	0,075697	0,056532	0,030124	0,014992	0,009682	0,006062	17,683102	8,849205	6,476148	6,476148	6,476148	2,954837
01/04/2013	0,075697	0,056532	0,030124	0,014992	0,009682	0,006062	17,683102	8,849205	6,476148	6,476148	6,476148	2,954837
01/07/2013	0,075697	0,056532	0,030124	0,014992	0,009682	0,006062	17,683102	8,849205	6,476148	6,476148	6,476148	2,954837
03/08/2013	0,025967	0,019393	0,010334	0,005143	0,003321	0,00208	38,102134	19,067559	13,954286	13,954286	13,954286	6,366846
01/02/2014	0,026674	0,019921	0,010615	0,005283	0,003411	0,002137	39,139427	19,586654	14,334178	14,334178	14,334178	6,540177
01/06/2014	0,026674	0,019921	0,010615	0,005283	0,003411	0,002137	39,139427	19,586654	14,334178	14,334178	14,334178	6,540177
01/01/2015	0,026674	0,019921	0,010615	0,005283	0,003411	0,002137	39,139427	19,586654	14,334178	14,334178	14,334178	6,540177

Figura 10. Pestanya *ATR6.1A* de l'arxiu *BASE*

És important destacar que el nom de totes aquestes pestanyes (també anomenades fulles) del llibre no s'han de canviar perquè el codi de VBA treballa amb aquests noms, i es produiria un error si algun d'aquests noms fos canviat.

L'arxiu *BASE* és l'arxiu on amb més claredat es pot arribar a entendre el mercat elèctric, doncs conté taules amb l'evolució dels preus de factors com els Pagaments per Capacitat o els *ATR* d'Energia i Potència.

A mode de sumari d'aquest arxiu:

- Què fa? Recopila informació de conceptes elèctrics, de dates, de regulacions, etc.. Serveix com a base per nodrir altres arxius amb aquesta informació
- Qui l'ha de fer servir? Aquest arxiu només el té el CSUC
- Quan s'ha de fer servir? S'ha de fer servir de forma obligatòria quan es produeixen canvis de valors en algun dels conceptes regulats, els períodes, els dies festius... actualitzant-lo. També quan es volen generar dates per crear noves plantilles buides per un altre any (això s'explica amb més detall més endavant)



- Com s'ha de fer servir? Quan l'Administració modifiqui els valors d'un concepte, s'ha d'anar a la pestanya corresponent i afegir-hi els nous valors amb la data corresponent
- Relació amb els altres arxius de l'eina: l'arxiu Generar Dades Mercat interactua amb aquest arxiu cada cop que se'l fa generar dades (està configurat així). En aquesta interacció, n'extreu dades de Pèrdues, ATR, Pagaments per Capacitat, i Pagaments OM i OS, i n'incorpora les dades que es descarreguen de la web de REE, perquè quedin emmagatzemades a la pestanya *TablaBase* d'aquest arxiu BASE

### 6.3 Arxiu Generador Dades Mercat

L'arxiu Generador Dades Mercat serveix per, a partir de múltiples arxius que es descarreguen del portal web de la Red Eléctrica Española, generar uns arxius mensuals que contenen les Dades de Mercat, els quals, *a posteriori*, les Plantilles utilitzaran per fer els càlculs pertinents de les factures.

Aquests arxius que es generen a partir del Generador Dades Mercat, són mensuals, es guarden al camí (*path*, ruta) al que se li indica, amb el nom "MERCAT\_AAAA\_MM" ('A' fa referència a any i 'M' a mes), i el CSUC s'ha d'encarregar de distribuir-los entre totes les entitats perquè aquestes els utilitzin per als arxius de Plantilles. Per tant, tan sols el CSUC està en possessió d'aquest arxiu Generar Dades Mercat, i és l'únic òrgan amb capacitat de generar els diversos "MERCAT\_AAAA\_MM".

Els arxius "MERCAT\_AAAA\_MM" contenen informació horària del que al punt 5.4 s'han anomenat Dades de Mercat; concretament sobre els següents conceptes: dia, hora, hivern o estiu, Preu Mitjà Diari, Restriccions PBF, Restriccions TR, Reserva Potència Addicional, Banda Secundària, Cost Desviaments, Saldo Desviaments, Errada Nominació, Interrompibilitat, Coeficient k Pèrdues, sumatori de Restriccions, i sumatori de Processos. I també informació mensual sobre: Pagaments OM i OS, Pagaments Capacitat, Pèrdues, i ATR.

Els *links* des dels quals es descarreguen els arxius (són en format .CSV) a partir dels quals el Generar Dades Mercat elabora -a partir del codi programat- els "MERCAT\_AAAA\_MM", són els que apareixen a la Taula 2. S'han de descarregar en format C2.

Links
<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisis/811">https://www.esios.ree.es/es/analisis/811</a>
<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisis/812">https://www.esios.ree.es/es/analisis/812</a>
<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisis/816">https://www.esios.ree.es/es/analisis/816</a>
<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisis/805">https://www.esios.ree.es/es/analisis/805</a>
<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisis/810">https://www.esios.ree.es/es/analisis/810</a>
<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisis/806">https://www.esios.ree.es/es/analisis/806</a>
<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisis/807">https://www.esios.ree.es/es/analisis/807</a>

<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisi/813">https://www.esios.ree.es/es/analisi/813</a>
<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisi/815">https://www.esios.ree.es/es/analisi/815</a>
<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisi/1277">https://www.esios.ree.es/es/analisi/1277</a>
<a href="https://www.esios.ree.es/es/descargas">https://www.esios.ree.es/es/descargas</a>

Taula 2. Links des d'on es descarreguen els arxius de REE

La interfície de l'arxiu Generar Dades Mercat es pot observar a la Figura 11, on es veu que per generar l'arxiu "MERCAT\_AAAA\_MM" desitjat s'ha de seleccionar el mes i l'any i prémer el botó. Per fer-ho, s'ha d'informar a l'arxiu de les rutes (els *paths*) d'on es troben l'arxiu BASE (amb el que es produeix un intercanvi d'informació,) la carpeta que conté tots els arxius que es descarreguen dels links anteriors (han d'estar tots dintre d'una mateixa carpeta, tal i com està explicat en aquest arxiu), i la ruta d'on es vol que es guardi l'arxiu que es genera.

Mes

7

Any

2016

Generar Dades MERCAT

Genera la fulla amb les dades de mercat del mes indicat [pestanya MERCAT]. En cas que no es tinguin les dades necessàries, ho avisa. A més, les incorpora a l'arxiu BASE i crea un llibre "MERCAT\_AAAA\_MM"

Ruta carpetes Esios

C:\Users\jizcuerva\Documents\TFG\Projecte Javier\ESIOS\ESIOS\_2016\_07

Ruta arxiu BASE

Z:\Compres\Energia\Electricitat grup CSUC\Projecte Javier

Ruta GUARDAR Mercat

Z:\Compres\Energia\Electricitat grup CSUC\Projecte Javier\MERCAT

ls arxius s'han de **descarregar quan són C2**. A la web d'Esios estan els arxius en C2 dels 2-3 mesos anteriors a l'actual. Link per mirar si les dades són C2 (ha de posar un 2; fent referència el 3 a dades en C3, i els negatius a dades A) -->

<https://www.esios.ree.es/es/analisi/1000>

Arxiu	Link
recioMedioHorarioComponenteBandaSecundaria	<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisi/811">https://www.esios.ree.es/es/analisi/811</a>
recioMedioHorarioComponenteDesvíosMedidos	<a href="https://www.esios.ree.es/es/analisi/812">https://www.esios.ree.es/es/analisi/812</a>

Figura 11. Interfície de l'arxiu Generar Dades Mercat

Els arxius "MERCAT\_AAAA\_MM" que s'obtenen, tenen l'aspecte que mostra la Figura 12.

Dia	Hora	Invierno-Verano	Precio Medio Diario (€/MWh)	e-sios CLI Restricción s PBF €/MWh	e-sios CLI Restricción s TR €/MWh	e-sios CLI Reserva Pot# Adicional a subir €/MWh	e-sios CLI Banda Secundaria €/MWh	e-sios CLI Coste Desvíos €/MWh	e-sios CLI Saldo de Desvíos €/MWh	e-sios CLI Saldo de 14#6 €/MWh	e-sios CLI Saldo PO Nominación UPG €/MWh	e-sios CLI Fallo Interrumpibilidad (€/MWh)	Restricción s €/MWh CLI calculado	Procesos OS €/MWh CLI calculado
01/07/2016	1	Verano	46	1,31	0	0	0,53	0	-0,01	0,05	0	1,85	1,31	0,57
01/07/2016	2	Verano	44,7	1,46	0	0	0,34	0	-0,01	0,06	0	1,85	1,46	0,39
01/07/2016	3	Verano	42,7	1,62	0	0	0,34	0	-0,03	0	0	1,85	1,62	0,31
01/07/2016	4	Verano	41	1,74	0	0	0,29	0,01	-0,06	-0,09	0	1,85	1,74	0,15
01/07/2016	5	Verano	41	1,76	0	0	0,16	0,01	-0,02	-0,03	0	1,85	1,76	0,12
01/07/2016	6	Verano	42	1,7	0	0	0,21	0,01	-0,01	-0,14	0	1,85	1,7	0,07
01/07/2016	7	Verano	44	1,52	0	0	0,45	0,05	-0,01	-0,13	0	1,85	1,52	0,36
01/07/2016	8	Verano	45,16	1,36	0	0	0,45	0,16	0,07	-0,12	0	1,85	1,36	0,56
01/07/2016	9	Verano	47,12	1,2	0	0	0,52	0	-0,01	-0,13	0	1,85	1,2	0,38
01/07/2016	10	Verano	46,83	0,8	0	0	0,44	0	-0,02	-0,14	0	1,85	0,8	0,28
01/07/2016	11	Verano	48	0,7	0	0	0,47	0	0	-0,1	0	1,85	0,7	0,37
01/07/2016	12	Verano	47,79	0,68	0	0	0,39	0	0,02	-0,01	0	1,85	0,68	0,4
01/07/2016	13	Verano	48,69	0,63	0	0	0,36	0	-0,01	-0,05	0	1,85	0,63	0,3
01/07/2016	14	Verano	48,69	0,62	0,01	0	0,17	0	-0,01	0,01	0	1,85	0,63	0,17

Figura 12. Exemple de l'arxiu MERCAT\_2016\_07

## 6.4 Plantilles del càlcul de factures

Aquesta part és la pedra angular d'aquest projecte. Es tracta de tres arxius, un per cada lot, que calculen les factures d'electricitat de forma teòrica a partir del consum, de la informació del mercat elèctric, i dels preus del corresponent contracte.

Amb el format amb el que s'ha desenvolupat l'eina, és necessari un arxiu *excel* (sigui el lot que sigui) per cada CUPS (punt de subministrament). Cadascun d'aquests arxius és anual: està dissenyat per fer la comprovació de factures des de gener fins a desembre d'un any natural.

Les Plantilles d'alta tensió (lots 1 i 2) són més semblants entre elles que no pas la de baixa tensió (lot 3), on no es treballa amb informació horària ni de consum ni de mercat. Per això, es farà una descripció de forma conjunta de les Plantilles dels lots 1 i 2.

Abans però, a mode de sumari de les Plantilles en general:

- Què fan? Calculen el preu teòric de les factures d'electricitat, mes a mes, a partir del consum, les dades del mercat i les característiques del contracte
- Qui les ha de fer servir? Tant els treballadors del CSUC, per revisar factures significatives de cada tarifa i detectar errors comuns, com els responsables de les entitats consorciades, que tenen l'opció de revisar tantes factures cada mes com punts de subministrament tinguin (replicant aquests arxiu de les Plantilles)
- Quan s'han de fer servir? Un cop al mes, quan hagin sortit les factures del mes anterior. També es pot fer abans, quan es publiquin les corbes de consum, per saber de quin valor serà la futura factura
- Com s'han de fer servir? Seguint les instruccions de la pestanya "Instruccions d'ús", de la que es parla al punt 7.1 d'aquest document. Consisteix, a *grosso modo*, en carregar els valors de les Dades de Mercat i de la Corba Horària de Consum i amb això l'eina, gràcies a la programació que té incorporada, mostra el preu teòric de la factura. Després, manualment, s'han d'introduir les dades que apareixen a la factura real, i fer la comparació. El seu ús és senzill, predictiu i ràpid per qualsevol tipus d'usuari informàtic. En cas de detectar alguna factura errònia, s'ha de procedir posant-se en contacte amb la comercialitzadora per reclamar-la
- Relació amb els altres arxius: Necessita la informació de la Corba Horària de Consum (pels lots 1 i 2) i de les Dades de Mercat, que s'han de carregar a les Plantilles seguint els passos que s'indiquen

### 6.4.1 Plantilles del lot 1 i del lot 2

Ambdues plantilles dels lots d'alta tensió tenen molts trets en comú. Primer, tenen una pestanya anomenada *PLANTILLA* on es recull un resum de la informació més important de l'arxiu, on es mostren els càlculs de les factures teòriques i on es pot fer la comparació amb les factures reals.

En aquesta pestanya *PLANTILLA* hi ha primerament un requadre informatiu que permet diferenciar cada arxiu de la resta de Plantilles, informant-hi del CUPS del que tracta i de l'entitat. També permet escollir l'idioma (català o castellà) de la Plantilla, i mostra la versió i l'any de l'arxiu. Tot això es pot veure a la Figura 13.

Entitat	
CUPS	
Denominació	
Tarifa	6.1A
Idioma	Català
Versió	Versió
Any	2016

Figura 13. Quadre informatiu de les Plantilles

Aquesta pestanya també conté un espai on es recullen els preus (en €/MW) del contracte i els valors dels impostos. A la Figura 14 es pot veure aquest detall de la Plantilla del lot 1 (motiu pel qual el preu té sis períodes), on s'aprecia (amb dades d'un exemple real) la diferència entre els preus a OMIE (en aquest cas el del Q1, on clic pren el valor NO i per tant els preus no estan fixats sinó que són diaris) i a OMIP (els dels Q2, Q3 i Q4, en els que els preus son fixes). El color blau d'aquestes cel·les implica que els usuaris de les entitats no han de modificar mai aquests valors, sinó que venen determinats per les Plantilles "mare" i els Arxius Actualitzadors (si cal) que el CSUC genera i envia.

PREUS (€/MW)									
Trimestre	clic?	BL OMIP	data aplicació	Preu P1	Preu P2	Preu P3	Preu P4	Preu P5	Preu P6
Q1	NO		01/01/2016						
Q2	SI	38,8	01/04/2016	68,6544	63,1382	65,047	60,2026	57,662	48,478
Q3	SI	44,6	01/07/2016	76,3858	70,6724	72,79	67,4932	64,448	54,133
Q4	SI	42,8	01/10/2016	73,9864	68,3342	70,387	65,2306	62,342	52,378

Impost elèctric	5,1127%
Taxa municipal	1,5%
IVA	21%

Figura 14. Preus i valors dels impostos

En un altre requadre d'aquesta pestanya de les Plantilles, els usuaris han d'informar de les potències que tenen contractades (ho bé ho saben, ho bé ho poden mirar a qualsevol factura). Com han de ser els responsables de les entitats els qui informin d'aquests camps, el color de la capçalera és lila, com s'observa a la Figura 15. Hi ha quatre files perquè es contempla el canvi de potències contractades en qualsevol moment de l'any.

Potències contractades (kW)	data	P1	P2	P3
	01/01/2016			

Figura 15. Quadre per informar de les potències

A la mateixa pestanya *PLANTILLA* hi ha un requadre verd, sobre el que no s'ha d'escriure res manualment, en el que es recull el consum per períodes a partir de les Corbes Horàries de Consum que es van carregant. S'observa a la Figura 16.

RESUM CONSUM (kWh)								
inici	fi	P1	P2	P3	P4	P5	P6	total
01/01/2016	31/01/2016							
01/02/2016	29/02/2016							
01/03/2016	31/03/2016							
01/04/2016	30/04/2016							
01/05/2016	31/05/2016							
01/06/2016	30/06/2016							
01/07/2016	31/07/2016							
01/08/2016	31/08/2016							
01/09/2016	30/09/2016							
01/10/2016	31/10/2016							
01/11/2016	30/11/2016							
01/12/2016	31/12/2016							
Total		0	0	0	0	0	0	0

Figura 16. Resum del consum

Una de les accions més transcendents de la Plantilla es fa per mitjà del que es veu a la Figura 17, que també es troba en aquesta pestanya: la incorporació de la Corba Horària de Consum i de les Dades de Mercat (concretament, de l'arxiu "MERCAT\_AAAA\_MM"). S'ha d'informar a les files de color taronja de la ruta on es troben guardats ambdós arxius a l'ordinador en el que s'estigui treballant, escollir el mes i l'any corresponent i prémer els botons. Pel cas de la corba, s'ha d'informar també de la comercialitzadora (perquè cadascuna produeix les corbes amb un format determinat). En el cas que l'arxiu detecti que a les rutes indicades no es troben els arxius, ho informa amb una finestra emergent i no hi actua. Com es pot veure, hi ha un requadre en groc que informa dels noms que han de tenir ambdós arxius i en quin format han d'estar guardats.

Ruta Mercat

Mercat actualitzat a

Mes

Any

1

2016

ACTUALITZAR MERCAT

Ruta Corba

Corba actualitzada a

Mes

Any

Corba

1

2016

Endesa

ACTUALITZAR CORBA

Les corbes s'han de guardar com a 'Libro de Excel' (format .xlsx), amb el nom AAAA\_MM. S'ha d'indicar la ruta d'on estan guardades tant les dades de MERCAT (excel enviat pel CSUC, no canviar nom: MERCAT\_AAAA\_MM), com la CORBA

Figura 17. Espai per incorporar la Corba Horària i les Dades de Mercat

El que fa l'arxiu quan es premen els botons de la Figura 17 és prendre la informació que hi ha als arxius de les Dades de Mercat i de la corba, i transportar-la a una pestanya que es veurà a continuació anomenada *TablaDatos*; alhora fa una sèrie de càlculs entre el consum i el mercat (també a *TablaDatos*) que després utilitza per calcular la factura teòrica.

De forma automàtica al prémer aquests botons de la Figura 17, es calcula la factura teòrica i els resultats que s'obtenen s'imprimeixen per pantalla i es col·loquen al quadre verd que s'observa a la Figura 18, on es pot veure, component per component, el preu total de la factura.

CÀLCUL TEÒRIC FACTURA																
Inici	Fi	Terme energia ATR	Terme potència ATR	Excessos potència	Excessos Reactiva	Terme energia si CLIC	Cost Mercat Diari	Pagaments Capacitat	SSCC + RT	Regularització SSCC mes anterior	Pagaments OMIE+OS	Gestió del contracte	Interrompibilitat	Impost Municipal	Impost elèctric	Lloguer comptador
01/01/2016	31/01/2016															
01/02/2016	29/02/2016															
01/03/2016	31/03/2016															
01/04/2016	30/04/2016															
01/05/2016	31/05/2016															
01/06/2016	30/06/2016															
01/07/2016	31/07/2016															
01/08/2016	31/08/2016															
01/09/2016	30/09/2016															
01/10/2016	31/10/2016															
01/11/2016	30/11/2016															
01/12/2016	31/12/2016															
Total		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €

FACTURA REAL																
Inici	Fi	Terme energia ATR	Terme potència ATR	Excessos potència	Excessos Reactiva	Terme energia si CLIC	Cost Mercat Diari	Pagaments Capacitat	SSCC + RT	Regularització SSCC mes anterior	Pagaments OMIE+OS	Gestió del contracte	Interrompibilitat	Impost Municipal	Impost elèctric	Lloguer comptador
01/01/2016	31/01/2016															
01/02/2016	29/02/2016															
01/03/2016	31/03/2016															
01/04/2016	30/04/2016															
01/05/2016	31/05/2016															
01/06/2016	30/06/2016															
01/07/2016	31/07/2016															
01/08/2016	31/08/2016															
01/09/2016	30/09/2016															
01/10/2016	31/10/2016															
01/11/2016	30/11/2016															
01/12/2016	31/12/2016															
Total		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €

Figura 18. Càlcul de factures i factura real (corresponents al lot 1)

Els components en els que es divideix el preu a les Plantilles del lot 1 són: Terme energia ATR, Terme potència ATR, Excessos potència, Excessos reactiva, Terme energia si CLIC, Cost Mercat Diari, Pagaments Capacitat, SSCC+RT (processos i restriccions), Regularització SSCC mes anterior, Pagaments OM+OS, Gestió del contracte, Interrompibilitat, Impost Municipal, Impost Elèctric, Lloguer comptador, Total abans de l'IVA, Total amb IVA. I a les Plantilles del Lot 2 són: Terme potència punta, Terme potència pla, Terme potència vall, Energia punta, Energia pla, Energia vall, Reactiva, Impost elèctric, Lloguer comptador, Total abans de l'IVA, Total amb IVA. En els dos casos, aquests components coincideixen amb els camps que apareixen a les factures reals de les comercialitzadores -aquests camps estan regulats per l'Administració mitjançant un BOE, no són a lliure elecció de les comercialitzadores.

I un cop s'ha explicat com s'omplen els camps en verd de la Figura 18 amb els càlculs teòrics de la factura, cal veure el requadre taronja. És la part on l'usuari ha d'escriure manualment, un per un, els components que apareixen a l'arxiu de la factura real, cadascun al seu lloc corresponent. I al requadre de la Figura 19 es produeix la comparació entre les dues. En funció del % d'error admès que es vulgui tenir (és un paràmetre que l'usuari pot modificar des d'aquesta mateixa pestanya), apareix un signe verd, si està dins dels límits, groc si està fora dels límits d'acceptació establerts, però l'error és a favor de l'usuari (cas més comú del que es podria arribar a pensar), i vermell si està fora dels límits i significa un error amb el que l'usuari perd diners.

Diferència IVA inclòs	Diferència en %
0,02 €	2,041%
- €	0,000%
- 0,05 €	-4,762%
0,01 €	1,010%
- 0,03 €	-2,913%
- 0,05 €	-0,990%

Figura 19. Comparació entre factura teòrica i factura real

A part de la pestanya *PLANTILLA*, les Plantilles d'alta tensió tenen una pestanya anomenada *TablaDatos* que consisteix en un recopilatori d'informació de Dades de Mercat, consums, i càlculs entre ells. Hi ha una graella de dades, hora per hora, que permet filtrar per dia, hora, mes any, període, trimestre... i a mida que es van carregant els arxius de Dades de Mercats i els consums, la resta de columnes es van omplint amb aquestes dades. Un exemple amb dades reals d'aquesta pestanya es pot observar a la Figura 20.

Data	Dia	Hora	Mes	Any	Dia de la semana	festiu - laborable	hivern - estiu	períodes 6.1	períodes 3.1A	Trimestre	Pèrdues 6.1A	Pèrdues 3.1A	coeficient k	Pagament capacitat (€/MWh) 6.1	Pagament capacitat (€/MWh) 3.1A	Pagaments OMI OS	Precio Medio Diario (€/MWh)	Restricció €/MWh	Procesos €/MWh	Interrom pñilitat €/MWh	Corba horaria (kW)	Consum en barra de central (kWh)	Cost mercat diari (€)	Cost pagaments capacitat (€)
12/05/2016	2	3	5	2016	lunes	laborable	Verano	6	3	Q2	5,40%	4,80%	1,19502	0,000	0,000	0,13341	15,89	4,87	1,80	2,09	20,000	20,01	0,32	0,00
12/05/2016	2	4	5	2016	lunes	laborable	Verano	6	3	Q2	5,40%	4,80%	1,13483	0,000	0,000	0,13341	15,25	5,02	1,40	2,09	21,000	21,01	0,32	0,00
12/05/2016	2	5	5	2016	lunes	laborable	Verano	6	3	Q2	5,40%	4,80%	1,08663	0,000	0,000	0,13341	15,25	5,04	1,31	2,09	31,000	31,02	0,47	0,00
12/05/2016	2	6	5	2016	lunes	laborable	Verano	6	3	Q2	5,40%	4,80%	1,07101	0,000	0,000	0,13341	16,56	4,69	1,57	2,09	38,000	38,02	0,63	0,00
12/05/2016	2	7	5	2016	lunes	laborable	Verano	6	3	Q2	5,40%	4,80%	1,09872	0,000	0,000	0,13341	20,71	4,12	2,50	2,09	49,000	49,03	1,02	0,00
12/05/2016	2	8	5	2016	lunes	laborable	Verano	6	3	Q2	5,40%	4,80%	1,31486	0,000	0,000	0,13341	20,00	3,99	2,16	2,09	70,000	70,04	1,40	0,00
12/05/2016	2	9	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	0,99037	1,484	3,463	0,13341	25,00	3,90	1,66	2,09	79,000	79,05	1,98	0,12
12/05/2016	2	10	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	1	Q2	6,30%	6,60%	0,83939	1,484	6,432	0,13341	27,19	2,28	1,76	2,09	99,000	99,06	2,69	0,15
12/05/2016	2	11	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	1	Q2	6,30%	6,60%	0,82962	1,484	6,432	0,13341	29,85	2,04	0,99	2,09	101,000	101,06	3,02	0,15
12/05/2016	2	12	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	1	Q2	6,30%	6,60%	0,78787	1,484	6,432	0,13341	29,70	2,23	0,45	2,09	95,000	95,06	2,82	0,14
12/05/2016	2	13	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	1	Q2	6,30%	6,60%	0,81923	1,484	6,432	0,13341	28,84	2,48	0,70	2,09	86,000	86,05	2,48	0,13
12/05/2016	2	14	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	0,88102	1,484	3,463	0,13341	28,53	2,51	0,59	2,09	83,000	83,05	2,37	0,12
12/05/2016	2	15	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	1,04196	1,484	3,463	0,13341	27,03	2,43	1,29	2,09	76,000	76,05	2,06	0,11
12/05/2016	2	16	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	1,11873	1,484	3,463	0,13341	25,72	2,67	1,59	2,09	76,000	76,05	1,96	0,11
12/05/2016	2	17	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	0,98497	1,484	3,463	0,13341	26,94	2,93	1,90	2,09	75,000	75,05	2,02	0,11
12/05/2016	2	18	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	0,84415	1,484	3,463	0,13341	29,06	2,66	1,30	2,09	58,000	58,04	1,69	0,09
12/05/2016	2	19	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	0,78214	1,484	3,463	0,13341	30,01	2,74	1,10	2,09	58,000	58,04	1,74	0,09
12/05/2016	2	20	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	0,80254	1,484	3,463	0,13341	28,84	2,61	0,72	2,09	47,000	47,03	1,36	0,07
12/05/2016	2	21	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	0,98960	1,484	3,463	0,13341	31,55	3,00	1,02	2,09	34,000	34,02	1,07	0,05
12/05/2016	2	22	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	1,14336	1,484	3,463	0,13341	33,15	2,65	1,00	2,09	30,000	30,02	1,00	0,04
12/05/2016	2	23	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	1,16297	1,484	3,463	0,13341	28,84	2,39	1,24	2,09	22,000	22,01	0,63	0,03
12/05/2016	2	24	5	2016	lunes	laborable	Verano	5	2	Q2	6,30%	6,40%	1,26275	1,484	3,463	0,13341	22,08	2,78	1,54	2,09	21,000	21,01	0,46	0,03
13/05/2016	3	1	5	2016	martes	laborable	Verano	6	3	Q2	5,40%	4,80%	1,31384	0,000	0,000	0,13341	22,69	4,55	2,57	2,09	21,000	21,01	0,48	0,00
13/05/2016	3	2	5	2016	martes	laborable	Verano	6	3	Q2	5,40%	4,80%	1,22943	0,000	0,000	0,13341	18,69	5,12	1,78	2,09	20,000	20,01	0,37	0,00
13/05/2016	3	3	5	2016	martes	laborable	Verano	6	3	Q2	5,40%	4,80%	1,16506	0,000	0,000	0,13341	16,99	5,45	1,69	2,09	21,000	21,01	0,36	0,00
13/05/2016	3	4	5	2016	martes	laborable	Verano	6	3	Q2	5,40%	4,80%	1,12904	0,000	0,000	0,13341	15,89	5,86	1,35	2,09	21,000	21,01	0,33	0,00
13/05/2016	3	5	5	2016	martes	laborable	Verano	6	3	Q2	5,40%	4,80%	1,10932	0,000	0,000	0,13341	15,46	5,87	1,38	2,09	28,000	28,02	0,43	0,00

Figura 20. Pestanya TablaDatos

Amb les dades d'aquesta pestanya *TablaDatos*, l'arxiu s'encarrega de fer els càlculs de la factura teòrica que s'acaben mostrant a la pestanya *PLANTILLA* (a la taula verda que s'observa a la Figura 18).

A més, hi ha una pestanya anomenada *Datos* que es va omplint de forma automàtica amb les dades dels ATR i els Pagaments per Capacitat cada vegada que es carreguen les dades de mercat d'un mes concret. Aquestes dades també les utilitza la taula verda de la Figura 18 per fer els càlculs finals.

A les Plantilles dels lots 1 i 2, també hi ha dues pestanyes anomenades *CORBA* i *MERCAT* que l'arxiu utilitza per fer operacions que no mostra per pantalla, i en les que cap usuari mai ha d'actuar. Tampoc s'han d'esborrar perquè el programa no podria funcionar bé.

A més, les dos plantilles d'alta tensió tenen una pestanya d'*Instruccions d'ús* (lleugerament diferents entre els dos lots) on s'aclareix com fer-les servir, i una pestanya de *Versions* on es fa un recopilatori, si s'escau, de les versions de la Plantilla (la versió s'actualitza mitjançant uns Arxius Actualitzadors que es tracten al punt 7.4 del document) i les modificacions que porta cada versió associada.

#### 6.4.2 Plantilla Lot 3

La Plantilla del lot 3 és adaptable a les tarifes 3.0A, 2.1A, 2.1DHA, 2.0A, 2.0DHA, tot i que també precisa d'un arxiu (una Plantilla) per cada CUPS.

Figura 21. Cel·la per escollir tarifa a la plantilla del lot 3

El primer pas en aquestes Plantilles és escollir la tarifa (a partir de la cel·la que es visualitza a la Figura 21) a la que estarà destinat cada arxiu; el format de la pestanya principal *PLANTILLA* variarà, fent visibles o invisibles determinats camps, en funció de la que es triï. La comparativa d'aquesta pestanya per a una tarifa 3.0A i per una 2.0A es pot observar a la Figura 22.

Figura 22. Comparació de la pestanya *PLANTILLA* entre les tarifes 3.0A i 2.0A

A la pestanya *PLANTILLA*, a l'igual que a les Plantilles d'alta tensió i ha uns quadres, on es troben per una banda els càlculs de la factura teòrica (verd) i per l'altra els valors escrits manualment





contracte) del contracte corresponent a aquell any, les dates a *TablaDatos* de l'any en qüestió... I les cel·les que calgui, buides.

El mecanisme d'ús d'aquests arxius és manual, a partir d'unes instruccions clares i concises. A la Figura 24 es poden llegir les instruccions d'ús de l'arxiu Generador Plantilles Lot 1, a mode d'exemple. L'acció de generar Plantilles buides sempre es farà des del CSUC, i tan sols a l'inici de cada any. Un cop generades, es distribuiran als responsables de les entitats.

### Per a generar noves plantilles buides

1. En aquest llibre d'excel, anar a la pestanya PLANTILLA, a la cel·la B12 i escriure l'any desitjat
2. En aquest llibre, a la pestanya TablaDatos, seleccionar totes les dades que estan en verd clar (rang A2:Kultima) i esborrar-les. Anar al llibre BASE, a la pestanya Fechas, generar les "fechas" de l'any desitjat, i manualment, copiar-les (només les dades, no els encapçalaments) i enganxar-les al rang que s'ha esborrat
3. En aquest llibre, a la pestanya PLANTILLA, modificar els valors de:
  - a) Cost gestió contracte, cel·la H8
  - b) Preus, clics: posar els corresponents a l'any que es vulgui, al rang de cel·les L27:T30
  - c) Seleccionar si les corbes per aquesta tarifa seran els d'Endesa o les de Gas Natural, cel·la L17
  - d) Si algun valor de les taxes del rang de cel·les L32:L34 varia, modificar els valors
4. Guardar el llibre
5. Copiar i enganxar aquest llibre i, a la còpia, borrar aquesta pestanya GENERAR i donar-li el nom desitjat (podria ser "Plantilla Lot 1 any AAAA entitat X"). I ja tenim una plantilla buida de la qual es poden fer totes les còpies que calgui

Figura 24. Instruccions d'ús manuals de l'arxiu Generador Plantilles Lot 1

## 7 Ús de l'eina

### 7.1 Instruccions d'ús

Els arxius que faran servir els responsables de les entitats consorciades, com s'ha vist, són 3: les Plantilles dels tres lots. Cadascun d'aquests arxius conté, al final, una fulla anomenada *Instruccions d'ús* amb un diagrama de fluxos que explica com fer-los servir. A més de comptar amb el sistema de colors, explicat al punt 5.6 del document, amb aquesta informació es pretén que els usuaris siguin capaços d'utilitzar l'eina de forma autònoma.

Els blocs que formen el diagrama (el de la Figura 25 és el que correspon a les Plantilles del Lot 1, però els dels altres lots són molt semblants) tenen un color, que expressa com actuar, i una indicació de la seva freqüència d'ús (per exemple, 'Cada mes'). Alguns també tenen un número que indica l'ordre en que s'han de fer aquestes ordres. Amb això i la direcció de les fletxes queda definit l'ús de l'eina.

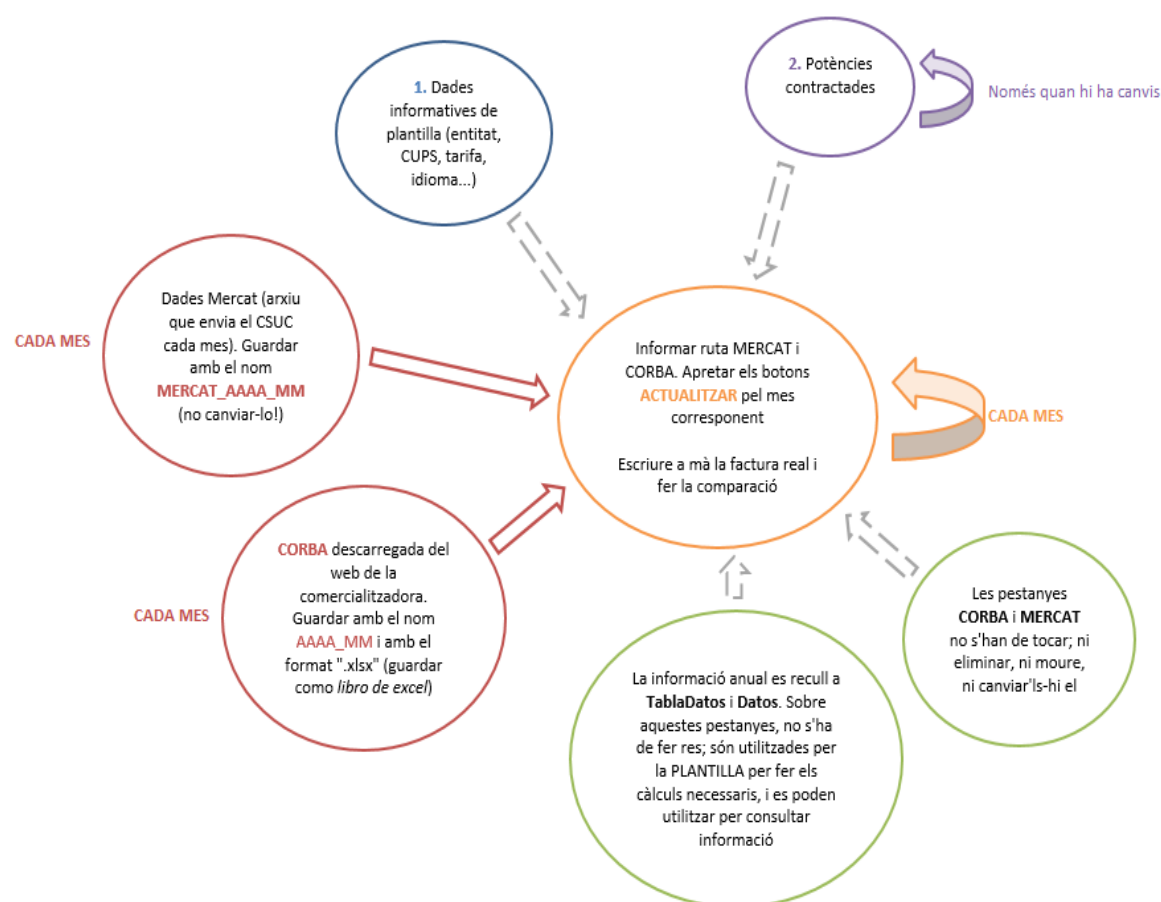


Figura 25. Instruccions d'ús de les plantilles del lot 1

Els arxius BASE i Generador Dades Mercat, que es faran servir únicament des de CSUC, no contenen una pestanya específica amb instruccions d'ús, però si tenen comentaris repartits per

les diverses fulles que aclareixen, en cas de dubte, com fer-los servir. A les següents figures es poden veure alguns exemples.

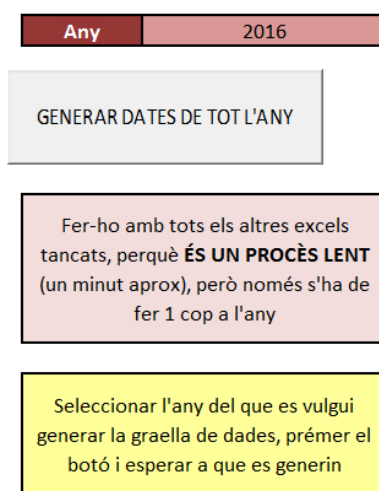


Figura 26. A l'arxiu BASE, en groc, indicació de com generar dates

Pèrdues Std	Font coeficiente pèrdues:
Lot	[IET/221/2013, Anexo IV] --> <a href="http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-1698">http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-1698</a>
6.1A	0,054
3.1A	
ATR ENERGIA (€)	Per trobar el "Consum en barres de central", es multiplica la corva de càrrega per les pèrdues reals [ConsumBarresCentral = CorvaCàrrega * (1+PèrduesReals)].
Lot	Ara mateix, les PèrduesReals s'obtenen: [PèrduesReals = CoeficientKPèrdues * PèrduesStd]. Per això ara a "MERCAT", les columnes de Pèrdues61A i Pèrdues31A són tot zeros, però la columna de CoefKPèrdues sí té valors, que es multipliquen pels valors d'aquesta taula de PèrduesStd.
6.1A	02137
3.1A	
ATR POTÈNCIA (kW)	Però és possible que en el futur s'utilitzin els valors de PèrduesReals horaris que s'obtenen directament d'Esios.
Lot	
	P1 P2 P3 P4 P5 P6
6.1A	39,139427 19,586654 14,334178 14,334178 14,334178 6,540177
3.1A	59,173468 36,490689 8,367731

Figura 27. A l'arxiu BASE, comentari explicatiu de les fonts d'informació de les Pèrdues

## 7.2 Actuació davant la detecció de factures errònies

S'ha parlat fins al moment del fet que l'eina serveix per comprovar factures d'electricitat mes a mes i detectar-ne d'errònies. Però no s'ha comentat com s'ha de procedir en el moment de descobrir que la factura d'un mes concret conté errors.

Es poden donar dos casuístiques:

- 1) Que l'error detectat sigui un error comú que la comercialitzadora ha comés en totes les factures de totes les entitats (d'un lot, d'un mes...). Els motius poden ser molt diversos, com l'aplicació errònia de la fórmula del preu o la no actualització d'uns paràmetres que algun dels agents del mercat ha modificat. En aquest cas, tant el CSUC com les entitats

consorciades detectarien l'error i seria des del CSUC des d'on es reclamaria directament a l'empresa comercialitzadora responsable, que s'encarregaria de refacturar totes les factures afectades.

- 2) Que es tracti d'un error particular en una factura concreta. Es pot produir per motius tan simples com posar un "0" on no hi hauria de ser, o aplicar malament un preu de forma puntual. En aquest cas pot ser tant l'entitat afectada com el CSUC qui es posi en contacte amb la comercialitzadora per solucionar-ho.

És important destacar que el procés de contactar amb les comercialitzadores perquè facin les refacturacions pertinents, no el fa l'eina. El fan els usuaris. Però després d'aquest procés, l'eina s'ha de tornar a fer servir per tenir seguretat de que la refacturació s'ha fet correctament. Per tant, l'eina tan sols fa les comprovacions, però per si sola no fa reclamacions davant errors en les factures; ho ha de fer el personal responsable.

### 7.3 Actuació davant de modificacions

Com el mercat elèctric està format per tants agents i tots ells estan directament relacionats amb la formació del preu final de l'electricitat, un canvi generat per qualsevol d'ells pot implicar haver de realitzar modificacions a l'eina. Aquestes modificacions poden ser molt diverses, com es veurà tot seguit, i s'han de tractar de forma diferent.

Algunes d'aquestes modificacions poden implicar canvis al codi (la part de llenguatge informàtic en *Visual Basic Application*) dels arxius d'*excel*. S'hauria d'estudiar en cada cas com fer aquests canvis perquè poden arribar a ser molt complexes, i els hauria de fer algú amb nocions d'aquest llenguatge.

#### 7.3.1 Modificacions de Dades Regulades

Pot ocórrer que el MINETUR decideixi canviar mitjançant un BOE alguns dels paràmetres sobre els que tenen potestat. Davant d'aquestes modificacions, el CSUC ha d'actualitzar l'arxiu BASE, afegint fileres amb les noves dades a les fulles corresponents (en funció de si són Pagaments per capacitat, ATRs, pagaments OM i OS...), informant de les noves dades i dels nous valors. Els altres arxius no s'han de modificar.

En cas que la modificació per part de l'Administració consisteixi en afegir un nou concepte (no en canviar-li el valor), s'haurien de fer canvis al codi de l'arxiu BASE i de les Plantilles.

#### 7.3.2 Modificacions de la comercialitzadora

Les comercialitzadores poden realitzar diversos canvis que obliguin a fer modificacions a l'eina. Aquestes modificacions, de forma general, implicarien haver de fer canvis al codi de les plantilles de lot 1 i lot 2 mitjançant un arxiu actualitzador (explicats al punt 7.4). Podrien ser tals com un canvi en el format de la Corba Horària de Consum, o una modificació en els camps que

mostressin les factures, el que implicaria també haver de canviar la interfície de la pestanya “PLANTILLA” dels arxius dels lots 1 i 2.

### 7.3.3 Modificacions de dades base

Canvis en els dies festiu (respecte els ja establerts), en el períodes elèctrics... implicarien canvis a l'arxiu BASE per part de l'empresa. S'haurien de modificar sobretot les dades de la pestanya AUX d'aquest arxiu. En cas que el que canviés fossin els períodes elèctrics, s'hauria de modificar el codi d'aquest arxiu BASE.

Aquestes modificacions es farien amb vistes a les plantilles de l'any següent, perquè aquests, són canvis que s'anunciarien si o si, amb força antelació.

### 7.4 Arxius actualitzadors

Quan les modificacions tinguin lloc durant l'any, i no siguin canvis aplicables a dia 1 de gener del següent any, s'haurà d'actuar sobre arxius de Plantilles amb dades ja carregades per modificar-los i fer que segueixen funcionant aplicant les corresponents modificacions. Aquests arxius els tindran els responsables de les entitats consorciades i per tant, s'haurà d'actuar sobre ells “a distància”.

Davant d'aquesta problemàtica s'ha decidit muntar un sistema d'Arxius Actualitzadors que permeten poder actuar sobre arxius no-buits, a base d'obrir-los des de un altre arxiu (l'Arxiu Actualitzador pròpiament) el qual li aplicarà les modificacions que porti programades. És un assumpte complex i que només s'hauria de donar en situacions excepcionals.

Aquests arxius estan pensats per poder provocar canvis tant al codi, com a la interfície, com a les fórmules que contenen els *excels* de les Plantilles sobre les que se'ls faci actuar.

Per configurar els canvis que aquests arxius hauran d'aplicar a les Plantilles, s'hauran de programar des del codi de cadascun dels Arxius Actualitzadors que es generin.

La interfície d'un arxiu “Actualitzador Lot LL versió VV” és la que es pot veure a la Figura 28. Al prémer el botó “ACTUALITZAR PLANTILLA” s'obre una finestra emergent (Figura 29) que permet seleccionar un arxiu, que haurà de ser el que es vol actualitzar.

#### Actualitzador Plantilles

Idioma	Català
Lot	1
Versió	1_0
Any	2016

ACTUALITZAR PLANTILLA

Apretejar el botó ACTUALITZAR PLANTILLA, buscar i seleccionar l'arxiu que es vulgui actualitzar. S'actualitzarà i quedarà obert

Nom arxiu	Data actualització	Lot
-----------	--------------------	-----

Figura 28. Interfície de l'arxiu "Generador d'actualitzadors"

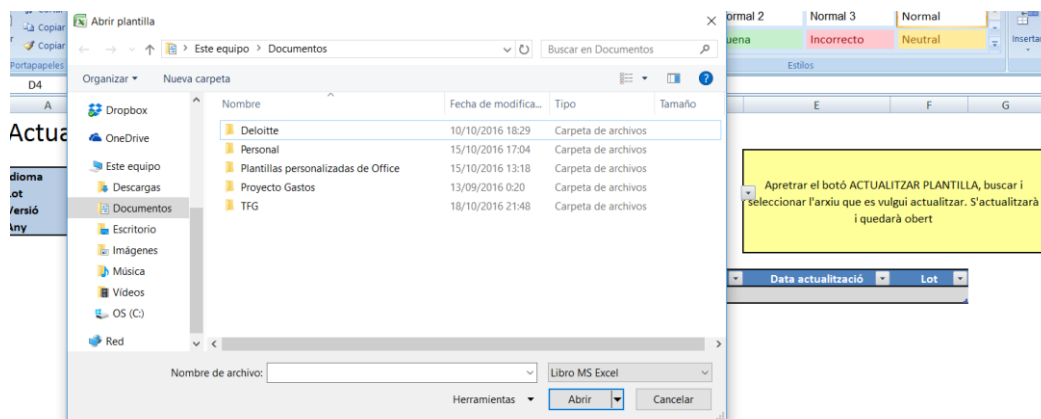


Figura 29. Finestra emergent que s'obre al prémer ACTUALITZAR PLANTILLA

Com els arxius de les Plantilles tindran l'opció de ser actualitzats mitjançant aquests Arxius Actualitzadors, és molt important que incloguin un apartat on recullin la versió de l'arxiu de la que es tracta. I en cas de ser modificats per algun d'aquests Arxius Actualitzadors, aquest, s'encarregarà de modificar aquesta versió de la Plantilla, posant-li la pertinent.

## 7.5 Distribució de l'eina als usuaris

Com s'ha comentat en algun punt anterior del document, aquesta eina i els seus múltiples arxius, seran utilitzats tant des de l'empresa on s'ha desenvolupat, com pels responsables de les entitats consorciades. La distribució de l'eina a aquests responsables, es farà des de l'empresa.

Els arxius que han de ser distribuïts són:

- Una plantilla buida del Lot 1, a l'inici de l'any. Podrà ser replicada per l'entitat consorciada tants cops com es desitgi per revisar les factures de tants punts de subministrament com calgui.
- Una plantilla buida del Lot 2, a l'inici de l'any. D'igual forma, podrà ser replicada.
- Una plantilla buida del Lot 3, a l'inici de l'any. D'igual forma, podrà ser replicada.
- Arxiu de les Dades de Mercat, cada mes. És un arxiu que es generarà mensualment a l'empresa (amb l'arxiu "Generador Dades Mercat") a partir de les dades que es descarreguen de la REE i s'haurà d'enviar -mitjançant eines ja existents de comunicació entre l'empresa i les entitats consorciades- amb el nom "MERCAT\_AAA\_MM". Els membres d'aquestes entitats externes no hauran de modificar res d'aquest arxiu, simplement guardar-lo.
- Arxius actualitzadors, quan sigui necessari. Aquest arxius, creats en el moment que calgui per part de l'empresa, com s'ha vist al punt 7.3, seran distribuïts a totes les entitats, les quals hauran de posar-los en marxa perquè realitzin les modificacions que calgui sobre les plantilles.

Per altra banda, els treballadors de les entitats hauran d'obtenir les Corbes Horàries de Consum i amb això ja es podrà fer anar l'eina.

Paral·lelament al seu ús, des de l'empresa s'haurà de donar -sobretot durant els inicis de la seva utilització- un servei de suport via correu electrònic o telèfon, al personal extern que la utilitzi. Per resoldre possibles dubtes que puguin anar sorgint, tot i que amb les instruccions d'ús que s'inclouen (a part del sistema de colors ja explicat) i la senzillesa de l'eina, no n'haurien d'aparèixer gaires.



## 8 Resultats

### 8.1 Validació de l'eina: anàlisi d'un cas real

Amb l'objectiu de validar el correcte funcionament de l'eina, es realitza en aquest punt un exemple d'un cas real amb una Plantilla del Lot 1. S'utilitzen dades de consums reals d'una de les entitats consorciades -sense desvetllar-ne el seu nom per qüestions legals-, les Dades de Mercat corresponents, i les factures reals per fer les comparacions pertinents.

Seguint les instruccions, el primer pas és informar a la Plantilla de les potències contractades d'aquesta entitat (Figura 30). Després, s'han carregat les Corbes Horàries de Consum i les Dades de Mercat dels mesos que es vulguin estudiar (havent informat prèviament de les rutes d'on es troben els arxius guardats). En aquest cas es compararan les factures de maig a juliol de 2016, en què aquesta entitat té un contracte a OMIP.

Potències contractades (kW)	data	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	01/01/2016	760	760	760	760	760	760

Figura 30. Potències contractades

Un cop fet això (el temps estimat en el que es duu a terme tot això és 1 minut), la Plantilla mostra de forma immediata el resum del consum per períodes d'aquesta entitat durant aquests tres mesos, a través del requadre *RESUM CONSUM (kWh)* de la pestanya *PLANTILLA* que es pot veure a la Figura 31. Alhora la Plantilla també mostra les factures teòriques calculades (Figura 32). Manualment, a partir de les factures reals en format electrònic, de les que es pot veure un extracte a la Figura 34, es copien els valors de la facturació de la comercialitzadora al requadre taronja que s'observa a la Figura 33.

RESUM CONSUM (kWh)								
inici	fi	P1	P2	P3	P4	P5	P6	total
01/01/2016	31/01/2016							
01/02/2016	29/02/2016							
01/03/2016	31/03/2016							
01/04/2016	30/04/2016							
01/05/2016	31/05/2016					220.488	189.553	410.041
01/06/2016	30/06/2016	68.099	55.528	48.839	71.080		186.276	429.822
01/07/2016	31/07/2016	144.772	114.112				232.929	491.813
01/08/2016	31/08/2016							
01/09/2016	30/09/2016							
01/10/2016	31/10/2016							
01/11/2016	30/11/2016							
01/12/2016	31/12/2016							
Total		212.871	169.640	48.839	71.080	220.488	608.758	1.331.676

Figura 31. Consums per períodes

Treball de Fi de Grau: Desenvolupament d'eines per al càlcul de la facturació teòrica d'electricitat en un entorn de compra col·laborativa al sector públic

CÀLCUL TEÒRIC FACTURA																		
Inici	fi	Terme energia ATR	Terme potència ATR	Excessos potència	Excessos Reactiva	Terme energia si CUC	Cost Mercat Diari	Pagaments Capacitat	SSCC + RT	Regularització SSCC mes anterior	Pagaments OMIE+OS	Gestió del contracte	Interrompibilitat	Impost Municipal	Impost elèctric	Lloguer comptador	Total abans de l'IVA	Total amb IVA
01/01/2016	31/01/2016																	
01/02/2016	29/02/2016																	
01/03/2016	31/03/2016																	
01/04/2016	30/04/2016																	
01/05/2016	31/05/2016	1.157,16 €	6.857,02 €	70,65 €	- €	21.902,93 €				- €					1.533,18 €	- €	31.520,94 €	38.140,34 €
01/06/2016	30/06/2016	4.214,66 €	6.857,02 €	2.144,40 €	- €	24.667,55 €				- €					1.936,88 €	- €	39.820,51 €	48.182,82 €
01/07/2016	31/07/2016	6.632,64 €	6.857,02 €	4.824,78 €	- €	31.732,24 €				- €					2.558,73 €	- €	52.605,41 €	63.652,55 €
01/08/2016	31/08/2016																	
01/09/2016	30/09/2016																	
01/10/2016	31/10/2016																	
01/11/2016	30/11/2016																	
01/12/2016	31/12/2016																	
		12.004,46 €	20.571,06 €	7.039,83 €	- €	78.302,72 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	6.028,79 €	- €	123.946,86 €	149.975,70 €

Figura 32. Càlcul teòric de les factures

FACTURA REAL		ESCRURE A MÀ																
Inici	fi	Terme energia ATR	Terme potència ATR	Excessos potència	Excessos Reactiva	Terme energia si CUC	Cost Mercat Diari	Pagaments Capacitat	SSCC + RT	Regularització SSCC mes anterior	Pagaments OMIE+OS	Gestió del contracte	Interrompibilitat	Impost Municipal	Impost elèctric	Lloguer comptador	Total abans de l'IVA	Total amb IVA
01/01/2016	31/01/2016																	
01/02/2016	29/02/2016																	
01/03/2016	31/03/2016																	
01/04/2016	30/04/2016																	
01/05/2016	31/05/2016		6.857,02 €	70,65 €		23.060,09 €									1.533,18 €		31.520,93 €	38.140,34 €
01/06/2016	30/06/2016		6.857,02 €	2.144,40 €		28.882,21 €									1.936,88 €		39.820,49 €	48.182,81 €
01/07/2016	31/07/2016		6.857,02 €	4.824,78 €		38.364,88 €									2.558,73 €		52.605,41 €	63.652,55 €
01/08/2016	31/08/2016																	
01/09/2016	30/09/2016																	
01/10/2016	31/10/2016																	
01/11/2016	30/11/2016																	
01/12/2016	31/12/2016																	
		- €	20.571,06 €	7.039,83 €	- €	90.307,18 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	6.028,79 €	- €	123.946,83 €	149.975,70 €

Figura 33. Factures reals copiades manualment a la Plantilla

Facturación		
CONCEPTO	CÁLCULO	IMPORTE
TERMINO POTENCIA ATR		6.857,02
	P1: 760 kW x 39,139427 Eur/kW = 29.745,96 Eur P2: 760 kW x 19,586654 Eur/kW = 14.885,86 Eur P3: 760 kW x 14,334178 Eur/kW = 10.893,98 Eur P4: 760 kW x 14,334178 Eur/kW = 10.893,98 Eur P5: 760 kW x 14,334178 Eur/kW = 10.893,98 Eur P6: 760 kW x 6,540177 Eur/kW = 4.970,53 Eur 82.284,29 Eur x 1 MESES / 12 MESES	
TERMINO EXCESO POTENCIA ATR	AC1: 2.975,005, AC2: 911,316	4.824,78
COSTE DE MERCADO DIARIO		38.364,88
PAGO POR CAPACIDAD		0,00
OTROS COSTES: SSCC + RTT		0,00
PAGO A OPERADOR		0,00
GESTION DEL CONTRATO		0,00
IMPUESTO SOBRE LA ELECTRICIDAD	5,112696 % sobre 50.046,68 Eur	2.558,73
IVA NORMAL	21 % sobre 52.605,41 EUR	11.047,14
<b>Total Factura:</b>		<b>63.652,55 €</b>

Figura 34. Extracte d'una factura real d'Endesa del mes de juliol

Per fer el que realment consisteix en la comparació de la factura real i la teòrica, es mira al requadre visible a la Figura 35, on es pot observar que les diferències entre les factures reals i les teòriques calculades per l'eina són menyspreables (errors menors del 0,0% en el pitjor dels casos), amb la qual cosa queda demostrada l'eficàcia de l'eina.

Diferència IVA Inclòs	Diferència en %
-	0,00 € 0,000%
-	0,01 € 0,000%
-	0,00 € 0,000%

Figura 35. Quadre comparatiu de les factures

En aquest exemple real, l'eina serveix per demostrar que les factures d'aquests mesos han estat correctes i no caldria fer cap tipus de reclamació.

Cal comentar que si s'observen amb detall la Figura 32 i la Figura 33 s'observa que els components del preu no són 100% exactes (tot i que la suma final sí): a la factura real el Terme d'Energia que es calcula a partir dels ATR, es troba inclòs al camp del preu de l'energia (*Terme energia si CLIC*) que es calcula a partir del consum i del preu establert al contracte de cada MWh. Es tracta d'un error de la comercialitzadora, que per molt que no afecti al preu final, demostra la quantitat de vegades que cometen errades.

## 8.2 Beneficis

El fet de calcular el benefici generat per aquest projecte no és una qüestió senzilla. L'eina per si sola no comporta cap benefici a l'empresa ni a les seves entitats consorciades. Però ha estat realitzada responnent a un encàrrec de persones amb molts anys d'experiència al sector de l'electricitat, que saben del cert la gran quantitat d'errors que cometen les comercialitzadores en factures que arriben a ser de molts milers d'euros (on un "petit" error pot significar centenars d'euros), i han cregut necessari tenir una eina d'aquestes característiques. Per això, de que a mig-llarg termini acabarà donant lloc a beneficis -o, sent més precisos, reducció de pèrdues per errors aliens-, se'n pot estar segurs.

En el moment de la redacció d'aquesta memòria, degut a la falta d'algun cas erroni en els mesos en que l'eina pot operar (error de facturació d'un mes concret d'una entitat concreta), és impossible deixar constància d'un cas real en que s'hagi detectat una factura errònia i després de reclamar-la s'hagi obtingut un benefici econòmic.

Per aquests motius en aquest apartat del projecte no s'arriba a parlar de xifres econòmiques.

## 8.3 Impacte mediambiental

Es pot ben assegurar que aquest projecte, a l'haver consistit en el desenvolupament d'un programa amb ordinador, ha tingut un impacte sobre el medi ambient gairebé menyspreable. També el tindrà la utilització de l'eina durant els anys que des de l'empresa optin per continuar fent-la servir, doncs no requereix res més que un ordinador -fins i tot les factures sobre les que opera són electròniques.

L'únic impacte mediambiental que ha pogut causar, tot i que també es podria considerar insignificant, ha estat la impressió de fulls, sobretot durant l'etapa del *brainstorming* sobre com fer l'eina, com estructurar-la i en quines parts dividir-la (etapa que s'ha dut a terme amb la participació de les persones responsables del Departament de Compres Conjunts, i precisava de molta estructuració espacial de les idees).

Mirant una mica més enllà de l'impacte de la realització del projecte en si, amb aquesta eina el que s'aconseguirà a llarg termini, a través del fet que atorgarà als seus usuaris un millor

coneixement del mercat elèctric, serà reduir el consum d'un bé tan preuat com l'electricitat, sobre el que s'ha d'estar molt conscienciat perquè, tant la seva producció com el seu transport i ús, generen contaminació.

#### 8.4 Pressupost del projecte

Per la realització d'aquest projecte no s'han fet servir unitats físiques amb valor econòmic, més enllà de les hores computades per la persona que l'ha fet.

El programa utilitzat ha estat l'*Excel* de *Microsoft Office* que sí comporta haver de pagar una llicència, però ara mateix està tan estès el seu ús entre tots els usuaris d'informàtica del món, que no es considerarà com a part de l'economia del projecte.

En quant a les hores treballades, aquestes són fàcils de computar perquè s'han dut a terme gairebé totes elles durant una estada en empresa en un període de pràctiques, que ha tingut una durada de 5 mesos, a raó de quatre hores diàries de dilluns a divendres. D'aquests 5 mesos, s'han invertit tres a l'elaboració de l'eina -maig, juny i juliol de 2016-, la qual cosa significa que s'han dedicat 240 hores a realitzar l'eina. A més, per la realització de la memòria s'han de computar 50 hores i per canvis i ajustos de l'eina, realitzats fora de l'horari laboral, 20 més. En total es tracta de 310 hores de dedicació al projecte.

La distribució aproximada d'aquest nombre d'hores en les diferents tasques que s'han realitzat, és la següent:

- Hores d'idear l'eina (*brainstormings*, descartar idees...): 30 (10%)
- Hores de familiaritzar-se amb el llenguatge de programació d'*excel* (VBA): 45 (15%)
- Hores d'estudiar els plecs de licitació i el mercat elèctric: 10 (3%)
- Hores de desenvolupament de l'eina: 125 (40%)
- Hores de fer proves i correcció d'errades: 50 (16%)
- Hores de redacció de la memòria: 50 (16%)

Aquestes tasques no han estat lineals en el temps sinó que totes elles s'han anat realitzant, més o menys, de forma paral·lela.

I ara, a partir de tenir clar el nombre total d'hores computades, es pot procedir al càlcul del pressupost del projecte, realitzat en una estada de pràctiques a empresa on la retribució rebuda ha estat de 8€/hora. Això, multiplicant-ho per les 310 hores (també s'inclouen les de redacció de la memòria) dona una pressupost total de 2480 €. En comparació als preus que altres empreses externes oferien pel desenvolupament de l'eina, es pot concloure que aquest projecte ha estat rentable per l'empresa.

Pressupost total del projecte: 2480 €
---------------------------------------

## 9 Conclusions

La conclusió global d'aquest projecte, a partir de l'objectiu inicial que es va fixar, és que s'ha desenvolupat amb èxit una eina complexa capaç de calcular amb rapidesa i un marge d'error gairebé nul, les factures d'electricitat de les tarifes d'alta i baixa tensió de les entitats consorciades al CSUC, a partir de la informació del mercat elèctric i dels seus consums.

Les conclusions derivades d'aquesta i que segueixen l'estructura dels objectius que s'havien fixat, són:

- 1) El meu coneixement sobre el mercat elèctric, les tarifes i els càlculs del preu de l'electricitat s'ha consolidat. Conec les diferències entre els tarifes d'alta i baixa tensió i les seves característiques. He après cadascun dels múltiples components que formen el preu de l'energia elèctrica, tant variable com fix, i sé en quins m'he de fixar si vull reduir les despeses de les factures. He après a més, la distribució en períodes del mercat elèctric, la qual cosa permet fer una optimització de les potències contractades i estalviar electricitat i diners.
- 2) He après amb èxit un nou llenguatge de programació, *Visual Basic Application*, i he creat l'eina amb el programa *excel*, d'ús molt estès al panorama laboral. Amb això s'ha aconseguit que pugui ser utilitzada per un públic més general, ja que aquest és un programa que un usuari mitjà d'informàtica estàndard, sap fer servir correctament. El fet d'aprendre aquest llenguatge de programació, així com els coneixements sobre el mercat elèctric adquirits, em seran de gran ajuda a la meva carrera professional
- 3) L'eina creada per predir el càlcul de les factures d'electricitat és dinàmica; és a dir, permet l'adaptació ràpida i eficient als canvis que es puguin produir al mercat elèctric, tal com nous impostos, diferents tarifes, etc. Amb el sistema d'Arxius Actualitzadors ideat, s'ha solucionat amb èxit la problemàtica de la volatilitat d'aquest mercat
- 4) He pogut aplicar a la pràctica els coneixements teòrics adquirits al Grau sobre energies i sobre programació, amb la creació d'una eina que respon a una problemàtica real d'elevada complexitat. Ha estat una primera presa de contacte amb el món laboral, i ha estat exitosa
- 5) No s'ha pogut fer una estimació del benefici econòmic que aportarà l'eina a les entitats, perquè es tracta d'una eina orientada al futur i perquè els beneficis que acabi generant estan íntimament lligats a l'existència d'errors en la facturació per part de les comercialitzadores d'electricitat

Com a punt final del projecte cal afegir que el veritable èxit es produirà quan un mes després de la ponència d'aquest document, el CSUC comenci a posar en ús l'eina elaborada. Això és sinònim de que els objectius s'han assolit correctament.

## 10 Bibliografia i referències

[1] CHARTE, FRANCISCO (2013). *Visual Basic 2012. Manual imprescindible*. Anaya Multimedia

[2] CEBALLOS, FRANCISCO JAVIER (2002). *El lenguaje de programación Visual Basic*. RA-MA

[3] CONTRACTACIÓ PÚBLICA: EL PERFIL DEL CONTRACTANT DE LA GENERALITAT. Formalitzacions del CSUC.

[[https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin\\_pscp/AppJava/awardnotice.pscp?reqCode=searchDcan&idCap=205997&lawType=2](https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin_pscp/AppJava/awardnotice.pscp?reqCode=searchDcan&idCap=205997&lawType=2), 25 de maig 2016]

[4] BLOG HOLALUZ. Diferencias entre comercializadora y distribuidora.

[<https://blog.holaluz.com/diferencias-entre-comercializadora-y-distribuidora>, 15 d'octubre 2016]

[5] ENDESA EDUCA. El mercado eléctrico.

[[http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/el-sector-electrico/xix.-el-mercado-de-la-electricidad](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-sector-electrico/xix.-el-mercado-de-la-electricidad), 15 d'octubre 2016]

[6] ELIGE TU ENERGIA. Mercado eléctrico español. [<http://eligetuennergia.com/mercado-electrico/>, 15 d'octubre 2016]

[7] EXCELTOTAL. Manual Macros de Excel. [<https://exceltotal.com/introduccion-a-las-macros/>, del maig de 2016 al setembre d 2016]

# AGRAÏMENTS

A l'Elena Parpal i la Marga Martín,  
per haver confiat en mi pel desenvolupament d'aquesta eina  
i haver-me ajudat des del primer fins a l'últim dia

